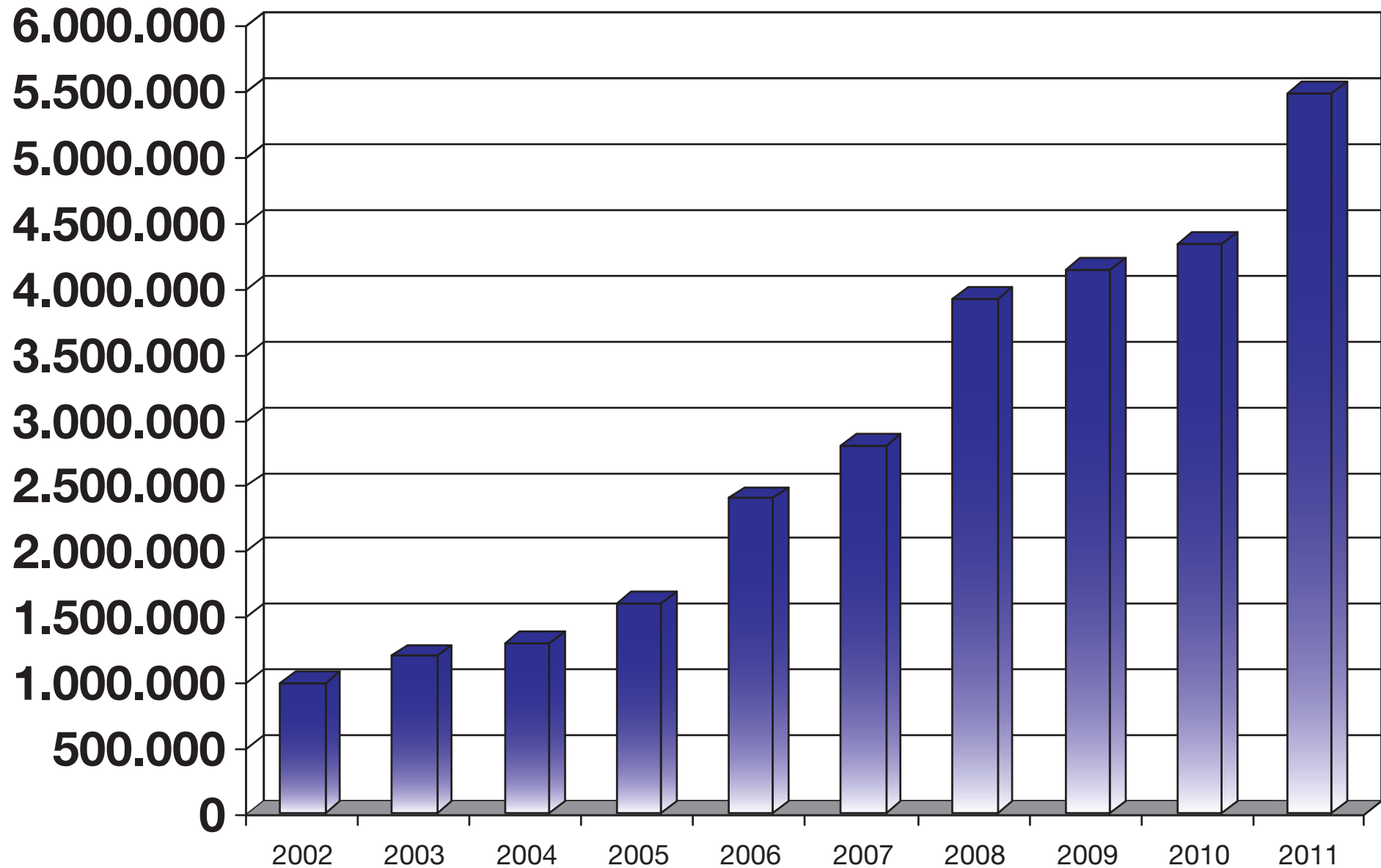


ELEMENTI DI PROGETTAZIONE SUL  
**SOLARE TERMICO**



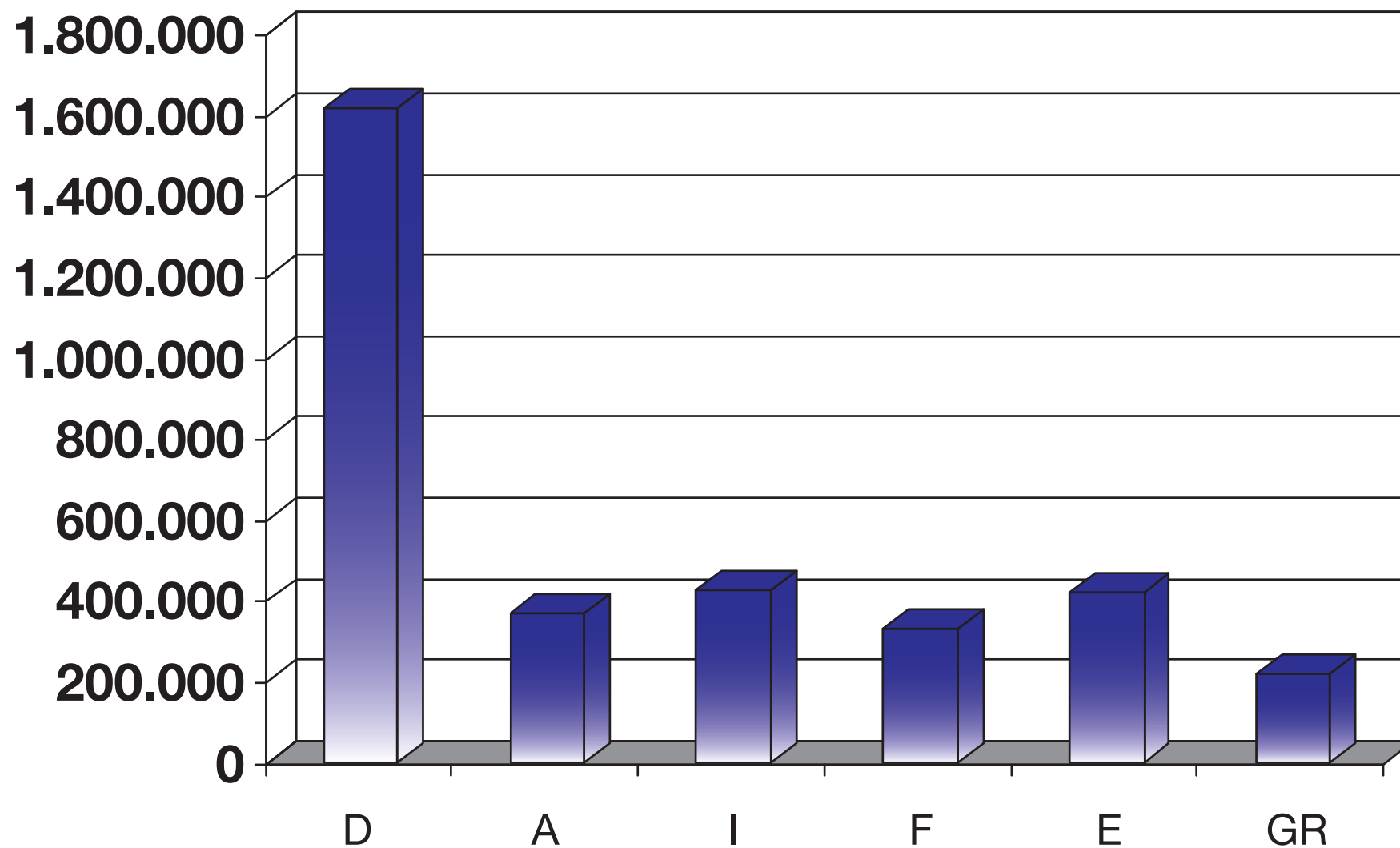




# IL CONTESTO EUROPEO 2002-2011 IN MQ

---

- Il mercato del solare termico in EU con più di 4.000.000 di m<sup>2</sup> installati nel 2009 ha un valore stimabile in circa 2 miliardi di €.
- Le proiezioni per il 2011 indicano una ripresa della crescita del mercato pari a 5.500.000 m<sup>2</sup> con una crescita che si concentra specialmente nelle aree del SUD EUROPA.
- L'aumento del costo dell'energia e un contesto normativo che incentiva l'utilizzo delle fonti rinnovabili sostengono la crescita di un mercato che adegua la sensibilità ecologica del privato.

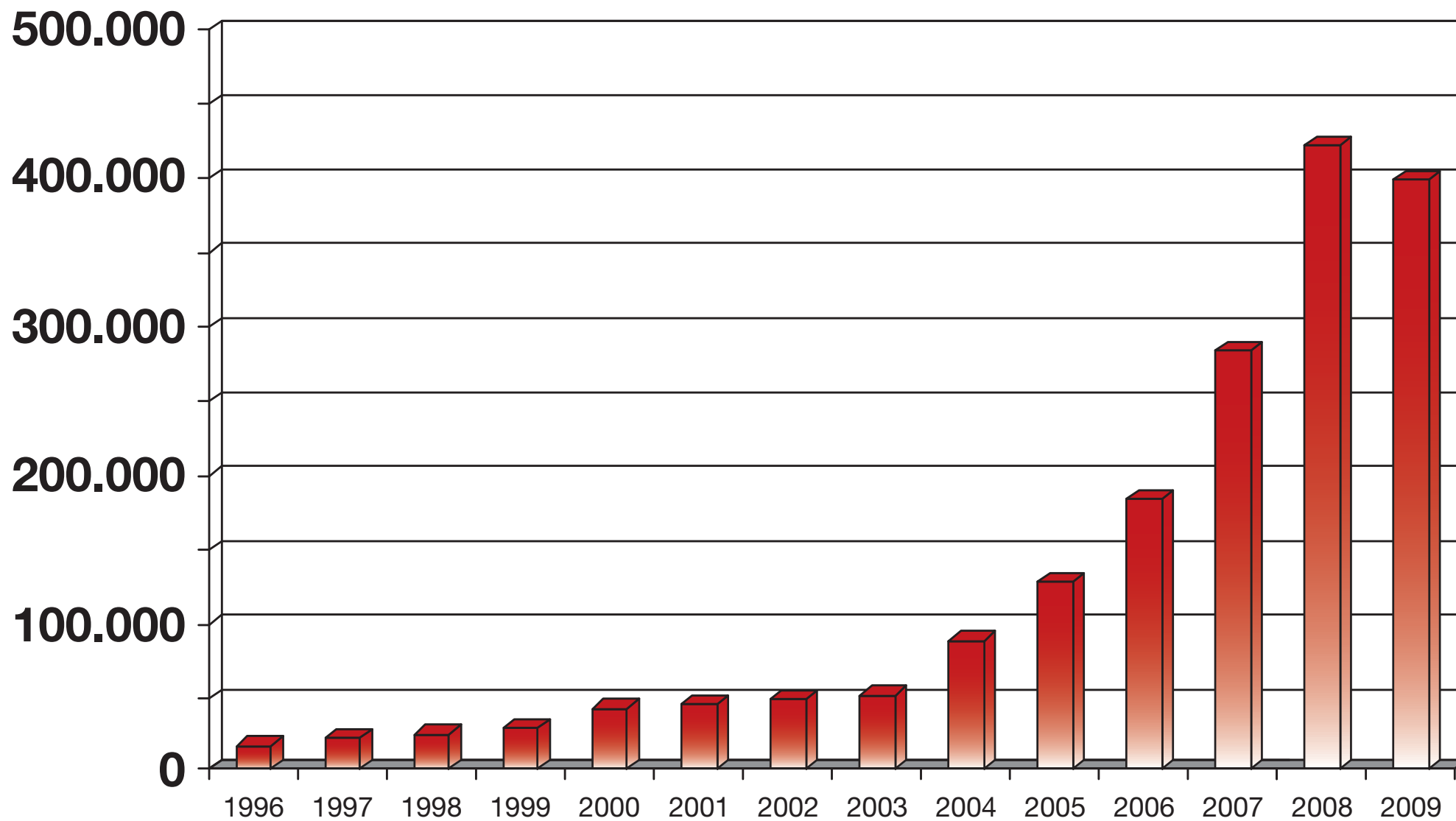


Stima Riello S.p.A.

# IL MERCATO EU IN MQ INSTALLATI NEL 2009

---

- La Germania storicamente rappresenta il più grande mercato del solare termico in EU anche se la domanda nel corso del 2009 ha subito un forte rallentamento.
- Il mercato del SUD EUROPA mostra il potenziale di crescita più importante nel panorama europeo.
- Austria e Grecia sono mercati sostanzialmente stabili con una forte quota di aziende interne di produzione dei collettori solari.

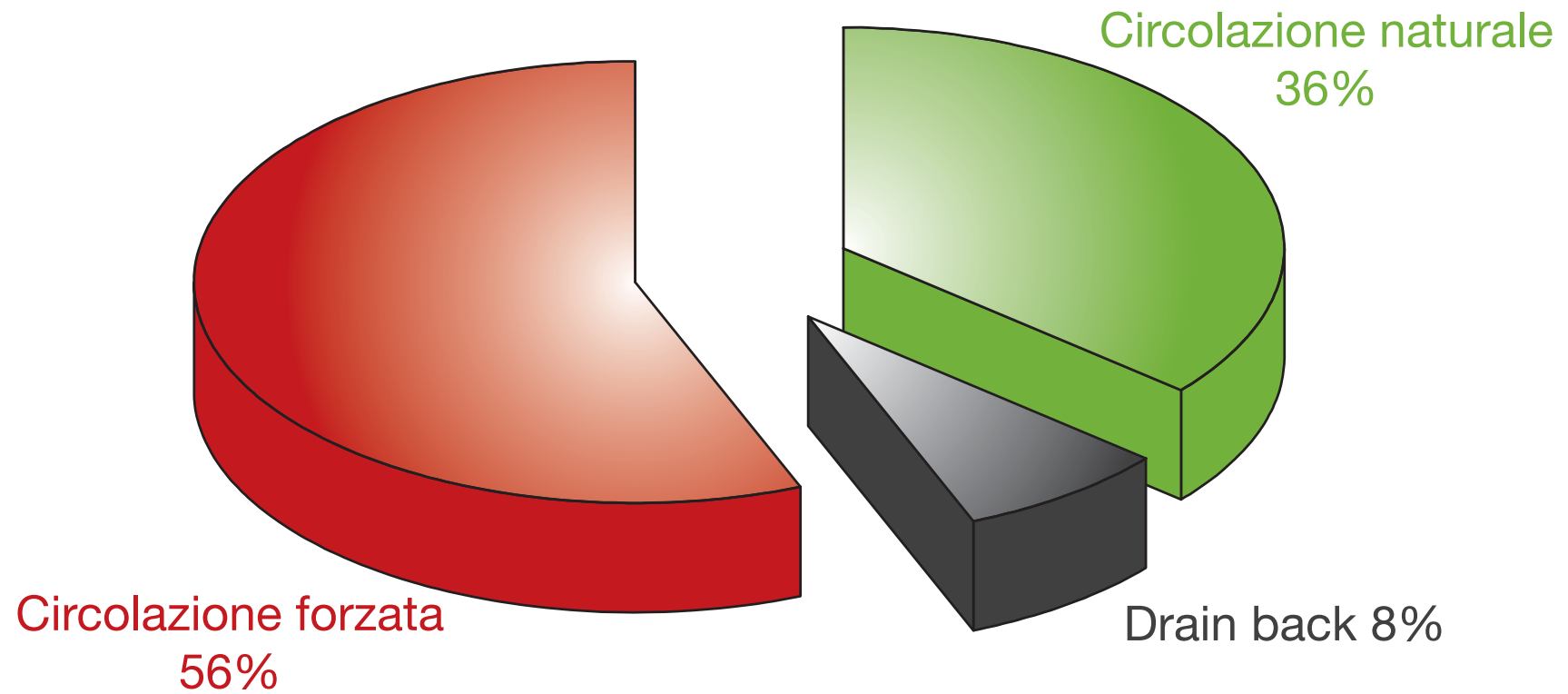




# IL MERCATO IN ITALIA

---

- Il mercato del solare in Italia è cresciuto sino al 2008 diventando uno dei mercati più interessanti in EU, con 428.000 m<sup>2</sup>. Nel 2009 il trend è leggermente diminuito attestandosi a 400.000 m<sup>2</sup>.
- La crescita deriva principalmente dalla trasformazione di un mercato confinato inizialmente ai soli specialisti e divenuto poi una proposta integrata per il risparmio energetico.
- Il contesto normativo che impongono l'utilizzo delle rinnovabili nelle nuove costruzioni e l'incentivo nell'utilizzo delle rinnovabili nelle abitazioni esistenti pongono scenari interessanti per la ripresa della crescita del solare termico in Italia.



# INDICAZIONI SUL MERCATO ITALIA

---

- La circolazione forzata rappresenta per la sua versatilità e possibilità di integrazione architettonica il maggior potenziale del mercato italiano.
- La circolazione naturale, semplice ed economica, è concentrata soprattutto al centro-sud dove ci sono tetti piani e pochi problemi di gelo.
- Il drain-back, trasversalmente su tutto il territorio italiano, rappresenta ancora una quota limitata di mercato.

---

# TIPOLOGIE DI IMPIANTI SOLARI TERMICI





# LA CIRCOLAZIONE NATURALE

---

## **FUNZIONAMENTO**

- Per differenza di densità si innesca la circolazione naturale che porta il fluido caldo a salire verso il bollitore e quello freddo a riportarsi nella parte bassa del sistema.

## **VANTAGGI**

- L'impianto solare a circolazione naturale è semplice ed economico e necessita di poca manutenzione (no pompa, no centralina).

## **LIMITI**

- Lo scambio termico pannello-bollitore non è controllato da un sistema pompa-centralina. L'unico modo di mantenere il controllo della temperatura massima del bollitore è quello di inserire una valvola di scarico termico che interviene tutte le volte che il bollitore supera il suo limite massimo di temperatura. Questo significa che, durante il periodo estivo, la valvola di scarico termico può aprirsi di frequente, scaricando all'esterno il contenuto del bollitore.
- Pericolo di gelo nelle tubazioni di adduzione dell'acqua di rete. Per questo motivo, tali sistemi vengono utilizzati maggiormente nelle zone a clima caldo.
- Pendolazione della caldaia dovuta a continue accensioni e spegnimenti. Tale problema non sussiste nel caso in cui la caldaia sia dotata di bollitore o abbia un campo di modulazione molto ampio sul sanitario.
- La collocazione del bollitore al di sopra dei pannelli è una necessità tecnica che però ha un forte impatto estetico.

*Nel gruppo di ritorno non c'è un circolatore ma una pompa*

*Limitare altezza del campo collettori !*

*Rischio di gelo in presenza di sifoni !*

*Pendolazione della pompa e riduzione efficienza*

Vantaggi:

- No miscela acqua glicole
- No problemi di stagnazione

Impianto in funzione

Quando l'impianto non è in funzione i collettori e le tubazioni si svuotano



# I SISTEMI DRAIN BACK

---

## **FUNZIONAMENTO**

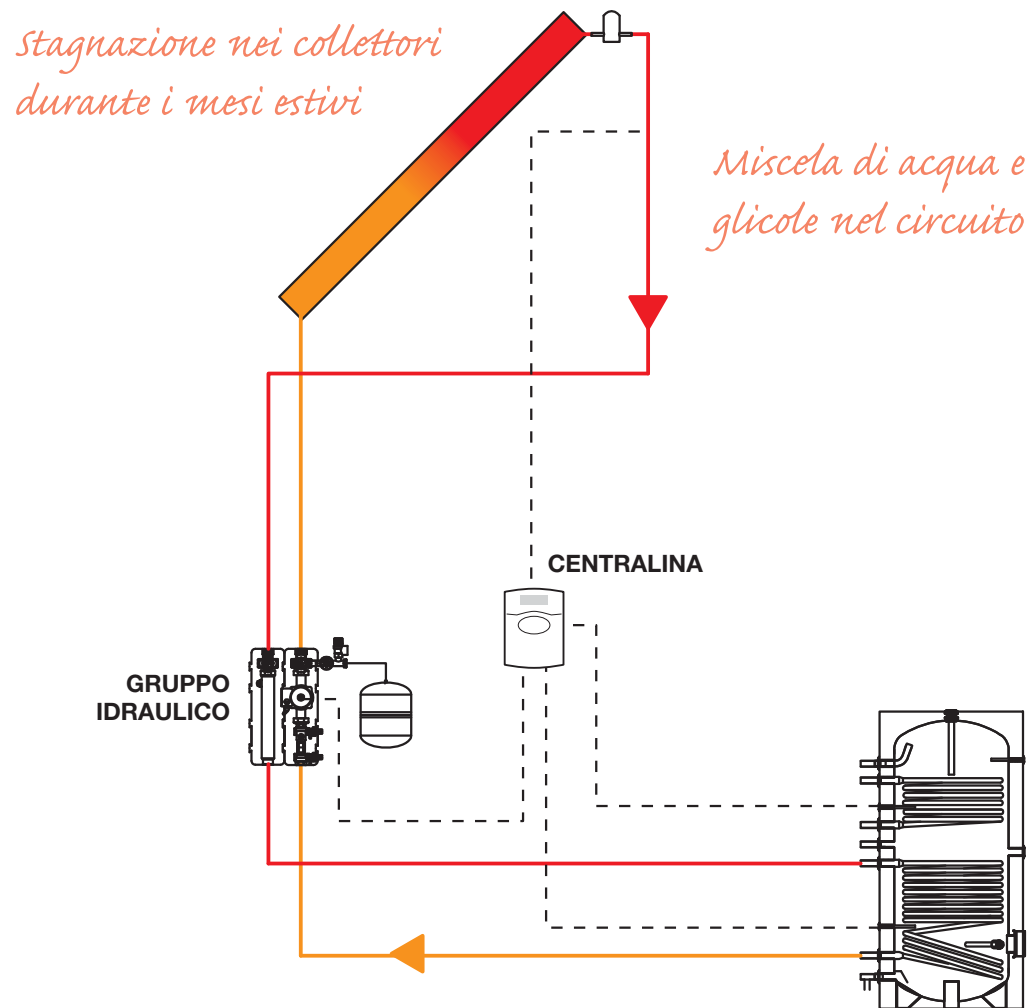
- Sistema a circolazione forzata caratterizzato dallo svuotamento dei collettori quando l'impianto non è in funzione.

## **VANTAGGI**

- Non è necessario utilizzare miscele di acqua e glicole dal momento che, quando l'impianto non è in funzione, le tubazioni sono vuote e non c'è pericolo di gelo.
- Durante l'estate, ad impianto fermo, i collettori si svuotano e non c'è pericolo di stagnazione.

## **LIMITI**

- Si deve utilizzare una vera e propria pompa (non basta un semplice circolatore) che, oltre a vincere le perdite di carico del circuito, sia in grado di vincere l'altezza statica.
- Pendolazione della pompa: il passaggio dalla fase "off" alla "on" del sistema comporta un tempo di riempimento dei collettori e una riduzione di efficienza dovuta alla necessità di eliminare l'aria nel circuito.
- Il  $\Delta T$  di funzionamento deve essere ampio per evitare frequenti accensioni e spegnimenti della pompa (pendolazione frequente in caso di scarsa insolazione).
- Necessaria un'installazione accurata del sistema per evitare tratti di tubo in cui l'acqua possa ristagnare (tipo sifoni o tratti di tubo orizzontali) dando origine a problemi di gelo.
- Limite sull'altezza dei collettori rispetto alla centrale termica e sulla taglia dell'impianto.



## Vantaggi:

- Massima flessibilità
- Massima efficienza
- Non è necessaria una pompa ma è sufficiente un circolatore

*Per il corretto funzionamento è necessario un buon dimensionamento !*

# LA CIRCOLAZIONE FORZATA

---

## **FUNZIONAMENTO**

- Il fluido termovettore (acqua+glicole) viene fatto circolare attraverso l'impianto, caricato in pressione, per mezzo di un circolatore governato da una centralina solare. L'attivazione e lo spegnimento della pompa avvengono in base alla differenza di temperatura tra la mandata del campo collettori e la parte inferiore del bollitore.

## **VANTAGGI**

- Rispetto ai sistemi a circolazione naturale e drain-back, questo sistema offre una maggiore flessibilità, affidabilità ed efficienza.
- È sufficiente un circolatore per vincere le perdite di carico del circuito solare.
- Possibilità di realizzare grandi impianti.

## **SVANTAGGI**

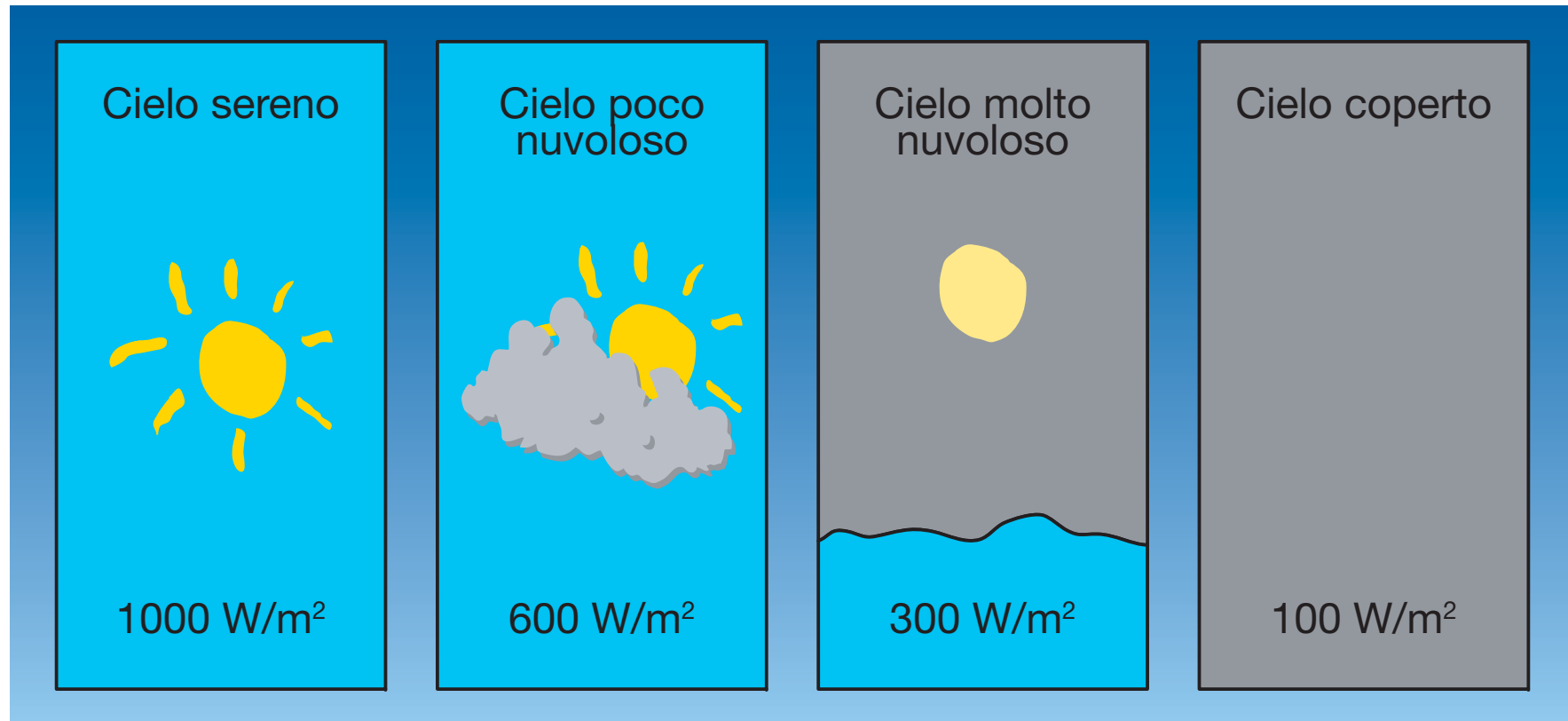
- È necessario utilizzare acqua glicolata come fluido termovettore per evitare gelo nelle tubazioni esterne durante l'inverno.
- Durante l'estate, in caso di mancato prelievo di calore da parte dell'utenza, il sistema può andare in stagnazione (evaporazione del fluido termovettore).
- Impianto complesso che necessita di una buona progettazione e combinazione dei componenti del sistema.

---

**IRRAGGIAMENTO SULLA SUPERFICIE,  
POTENZA PRODUCIBILE,  
ENERGIA RESA**

# IRRAGGIAMENTO SULLA SUPERFICIE, POTENZA PRODUCIBILE, ENERGIA RESA





## **LA COSTANTE SOLARE È PARI A 1353 W/m<sup>2</sup>**

- Quantità media di energia solare che incide ortogonalmente, nell'unità di tempo (ossia la potenza), su una superficie unitaria posta ai limiti dell'atmosfera.

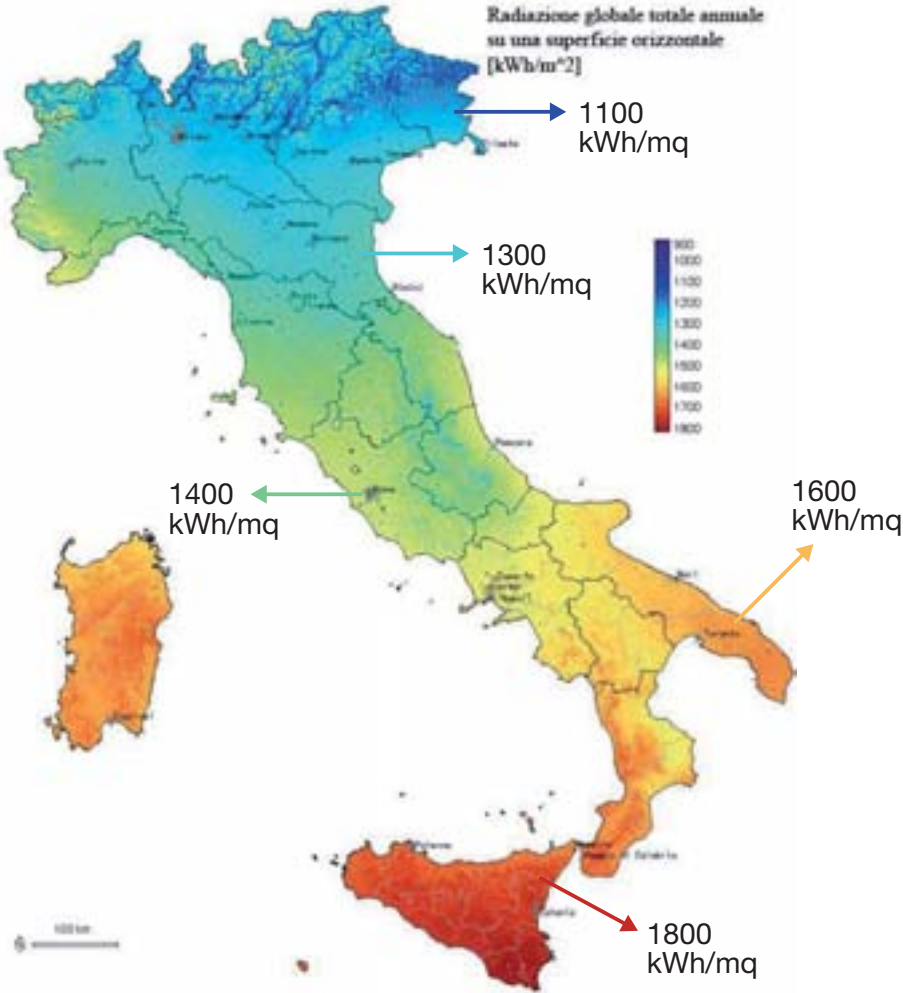
## **CONDIZIONI DI CIELO SERENO: IRRAGGIAMENTO PARI A 1000 W/m<sup>2</sup>**

- La radiazione solare (ossia 1353 W/m<sup>2</sup>) tende a ridursi nel passaggio attraverso l'atmosfera e all'aumentare della nuvolosità presente nell'aria, fino ad annullarsi in condizioni di cielo completamente coperto. In condizioni ottimali, quello che arriva direttamente sulla superficie terrestre, alle nostre latitudini, è pari a circa 1000 W/m<sup>2</sup>.

### **POTENZA MASSIMA SU 10 m<sup>2</sup> DI SUPERFICIE CAPTANTE:**

**10 kW**

Tale valore di potenza che incide sulla superficie non è un valore costante ma dipende dalle particolari condizioni atmosferiche.





- Dato che l'irraggiamento solare è soggetto a forti variazioni, si utilizza come parametro significativo per gli impianti solari l'energia incidente sulla superficie captante nell'arco di un anno.
- L'energia che investe la superficie è, in Italia, variabile tra i 1100 e i 1800 kWh/m<sup>2</sup> anno e varia in maniera significativa in base a:
  - **latitudine del luogo:** la disponibilità di energia aumenta progressivamente dal Nord Italia al Sud Italia;
  - **posizionamento del pannello**, cioè da:
    - Tilt = inclinazione rispetto al piano orizzontale
    - Azimut = angolo di orientamento rispetto al Sud.
- Per ogni località e ogni condizione esistono un'inclinazione e un orientamento ottimali che danno la massima radiazione solare disponibile; tali condizioni sono azimut pari a zero e angolo di inclinazione variabile a seconda del tipo di applicazione.

**ENERGIA MASSIMA CHE INVESTE UNA SUPERFICIE DI 10 m<sup>2</sup>, INSTALLATA  
A FIRENZE, RIVOLTA VERSO SUD E INCLINATA DI 45°:**

**14 MWh/anno**

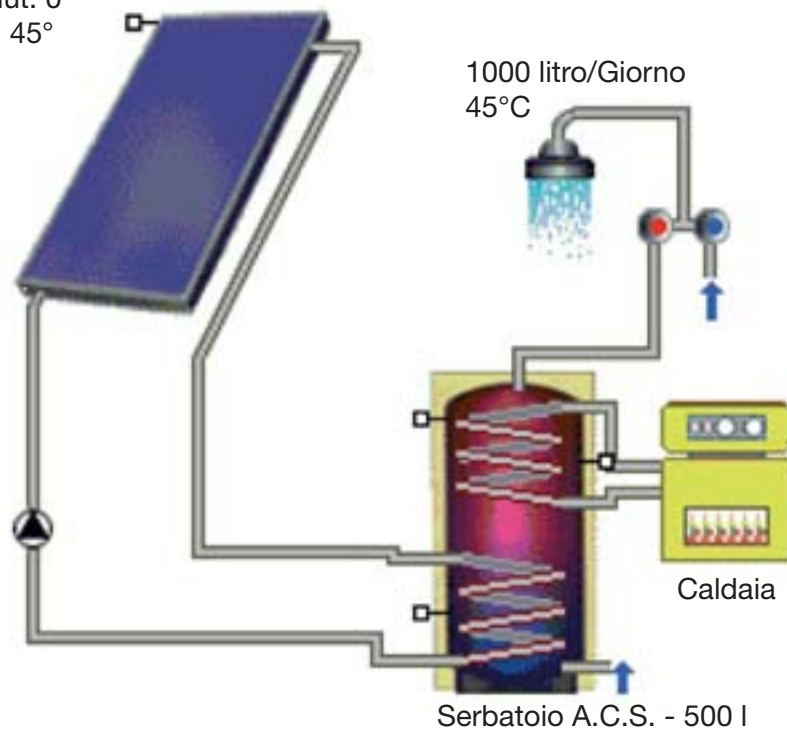
circa 1400 kWh/anno\* 10 m<sup>2</sup> = 14 MWh/anno

## 4 x TSOL 25

Superficie lorda totale: 10,28 m<sup>2</sup>

Azimut: 0°

Incl.: 45°



## Risultati della simulazione annua

## FIRENZE

Radiazione sulla superficie collettore:	14,89 MWh	1.639,35 kWh/m <sup>2</sup>
Energia fornita dai collettori:	8,70 MWh	958,58 kWh/m <sup>2</sup>
Energia fornita dal circuito:	7,91 MWh	871,29 kWh/m <sup>2</sup>
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	14,88 MWh	
Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:	7,91 MWh	
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	7,52 MWh	

<b>Emissioni CO<sub>2</sub> evitate:</b>	<b>1.989,83 kg</b>
<b>Quota di copertura A.C.S.:</b>	<b>51,3 %</b>
<b>Rendimento del sistema:</b>	<b>53,1 %</b>

# RENDIMENTO DEL SISTEMA E COPERTURA SOLARE

Non tutta la radiazione solare che arriva al pannello viene convertita in energia.

A tale proposito si danno le seguenti definizioni:

- **Rendimento medio annuale del campo collettori:** rapporto tra il calore in uscita dai pannelli in un anno e l'energia solare che nello stesso tempo ha investito la superficie dei collettori.
- **Rendimento medio annuale del sistema:** rapporto tra il calore utile trasferito all'impianto (al netto delle perdite nei pannelli e nei vari componenti dell'impianto) e l'energia solare che investe il campo collettori nello stesso periodo.
- **Copertura solare del fabbisogno energetico totale:** rapporto tra il calore utile solare e il fabbisogno energetico dell'intero sistema.

**EFFICIENZA DI UN SISTEMA SOLARE DA 10 m<sup>2</sup> , INSTALLATO A FIRENZE, RIVOLTO VERSO SUD E INCLINATO DI 45°:**

**53 %**

efficienza sistema = energia in uscita dal sistema (ottenuta) / energia in entrata  
= energia fornita dal circuito solare/ radiazione sui collettori  
= 7,9 MWh / 14,9 MWh  
= 0,53 ovvero 53%

---

# COMPONENTI DELL'IMPIANTO SOLARE

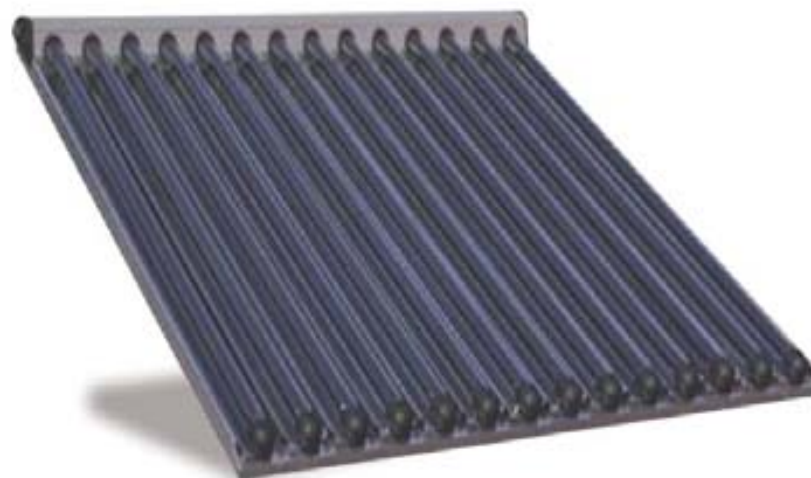


Non vetrato



Vetrato

Sottovuoto



# IL COLLETTORE SOLARE

---

## **Non vetrato**

- Riscaldamento delle piscine esterne per uso privato.

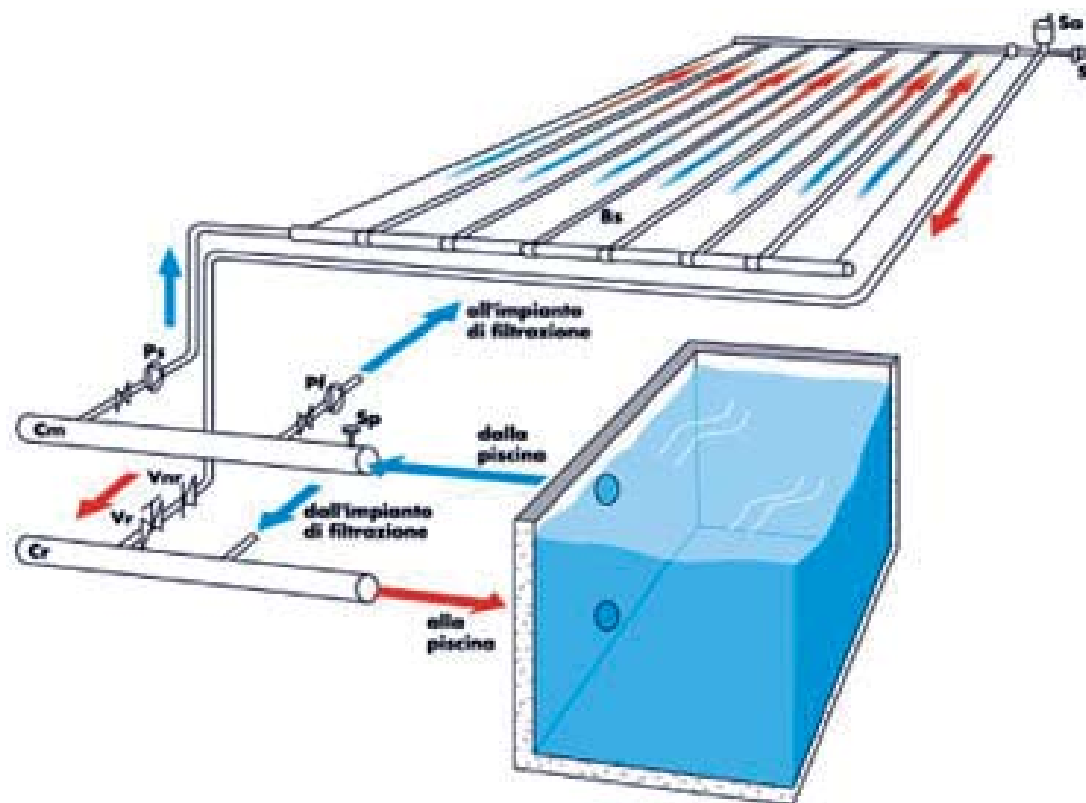
## **Vetrato**

- Produzione di acqua calda sanitaria.
- Integrazione al riscaldamento degli ambienti.
- Grandi impianti.
- Ideali per grandi superfici e incasso nel tetto.

## **Sottovuoto**

- Produzione di acqua calda sanitaria.
- Ideale nell'integrazione al riscaldamento degli ambienti.
- Produzione di calore ad alta temperatura (processi industriali).

# IL COLLETTORE SOLARE NON VETRATO

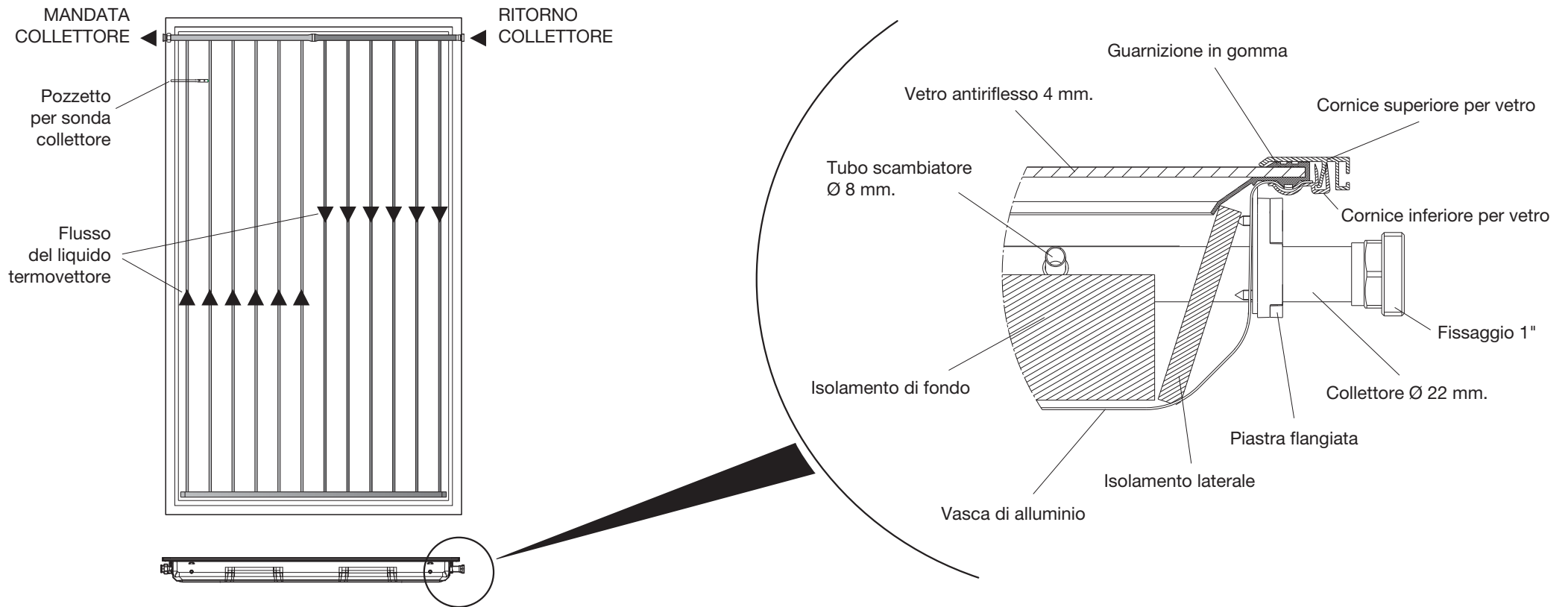




## **COLLETTORE SOLARE PER PISCINA**

- Collettori solari realizzati in materiale plastico e privi di vetro (no pericolo corrosione).
- L'acqua in circolo nei collettori è l'acqua della piscina stessa, senza bisogno di scambiatori aggiuntivi.
- Lavorano a bassa temperatura e hanno un buon rendimento se il  $\Delta T$  tra pannelli e ambiente esterno è basso (piscine scoperte).
- Arrotolabili, semplici, leggeri, bassa manutenzione e basso costo.

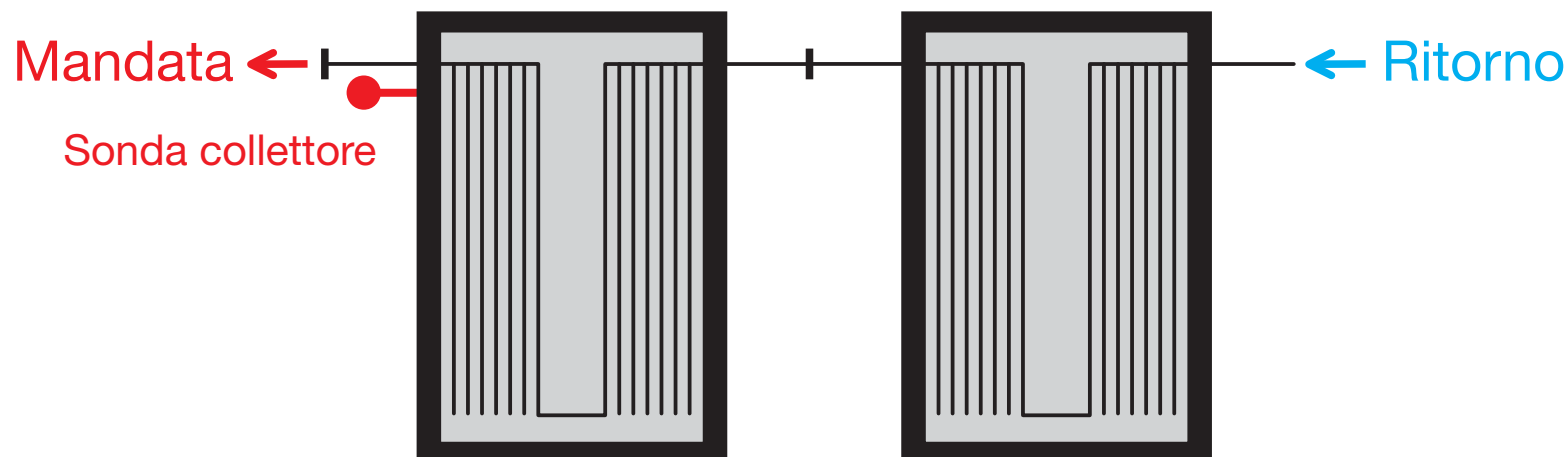
# IL COLLETTORE SOLARE PIANO



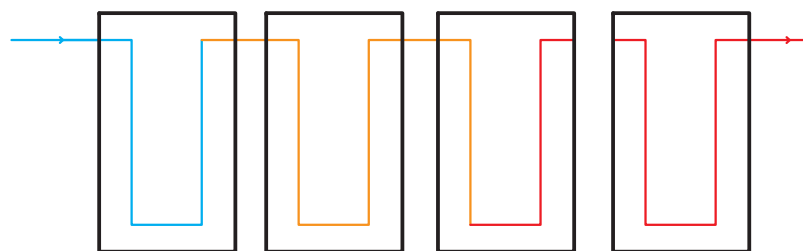
## COLLETTORE SOLARE PIANO

- Collettore solare piano a **due attacchi**.
- Costituito da una vasca in alluminio prestampata sulla quale è fissata una piastra captante in rame, in un unico pezzo, con finitura altamente selettiva “**TINOX**”.
- **Piastra captante** saldata ad ultrasuoni su 12 tubi di rame per la conduzione del liquido termovettore.
- Ogni pannello è protetto da un **vetro solare** antigrandine **temperato** a basso contenuto di ossido di ferro e con alto coefficiente di trasmissione di energia.
- **Isolamento** in lana di roccia dello spessore di 5 cm, collocato sul fondo e sulle pareti della vasca.

\* *la sonda collettore è posizionata sulla mandata*

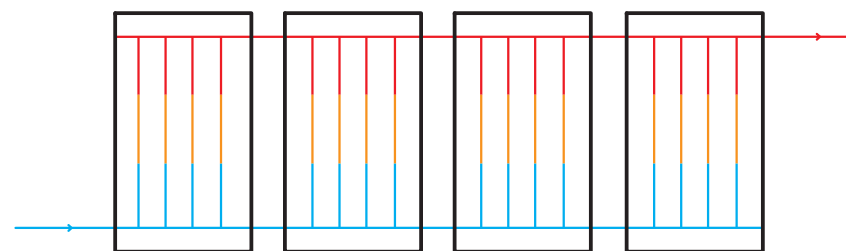


**Low Flow possibile**



Collettore in serie a due attacchi

**Low Flow impossibile**



Collettore in parallelo a quattro attacchi

# IL COLLETTORE SOLARE PIANO

Il pannello è dotato di due **collettori** principali, per il collegamento dei tubi, in rame. **Il collettore superiore è strozzato** al centro per permettere l'alimentazione in parallelo dei primi 6 tubi. Dopo il passaggio al collettore inferiore il fluido termovettore risale attraverso il secondo gruppo di 6 tubi al collettore superiore, da cui deriva una doppia lunghezza termica.

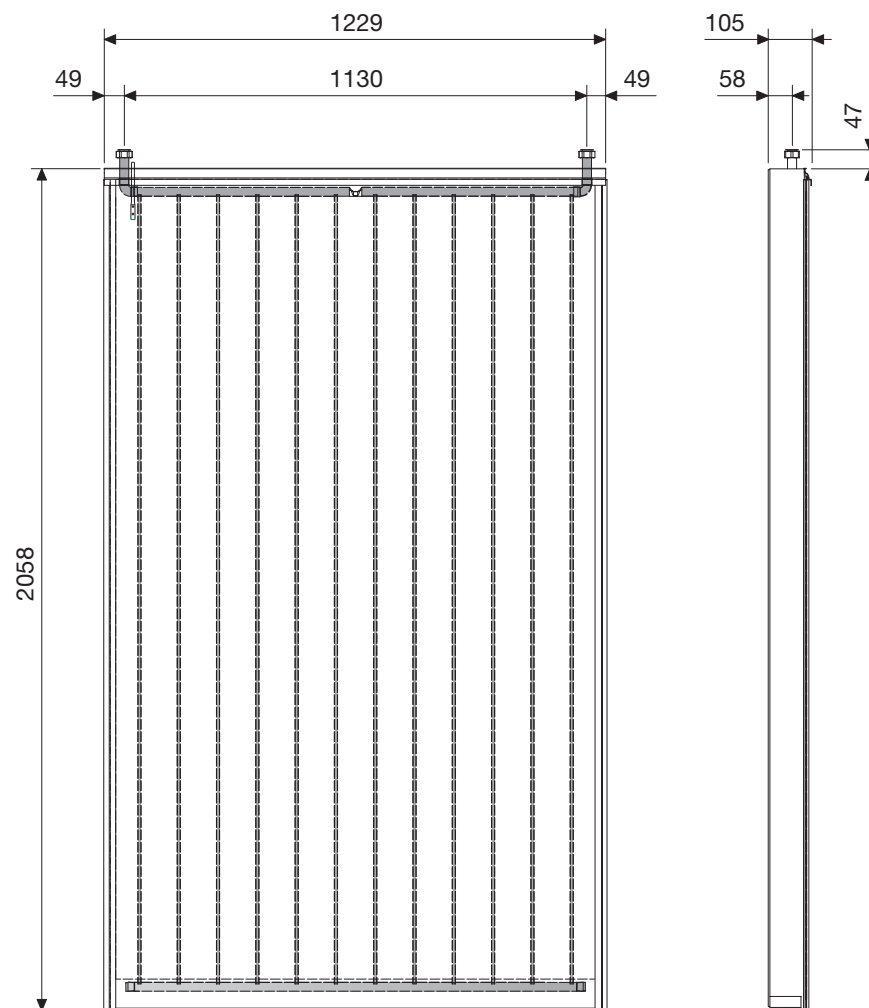
## VANTAGGIO DELLA CONFIGURAZIONE AD ARPA

È possibile lavorare con portate basse (low-flow) e garantire comunque la portata minima per m<sup>2</sup> di collettore consigliata dal costruttore.



Lavorare con basse portate significa avere perdite di carico inferiori e diametri contenuti delle tubazioni.

# IL COLLETTORE SOLARE PIANO A INCASSO



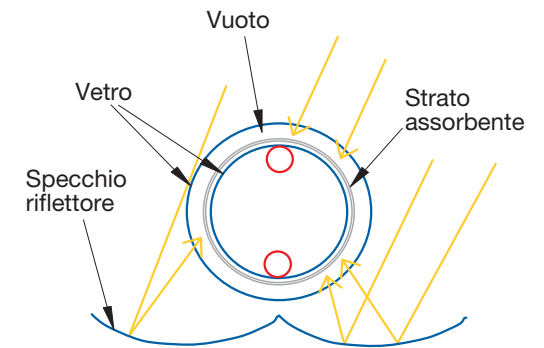
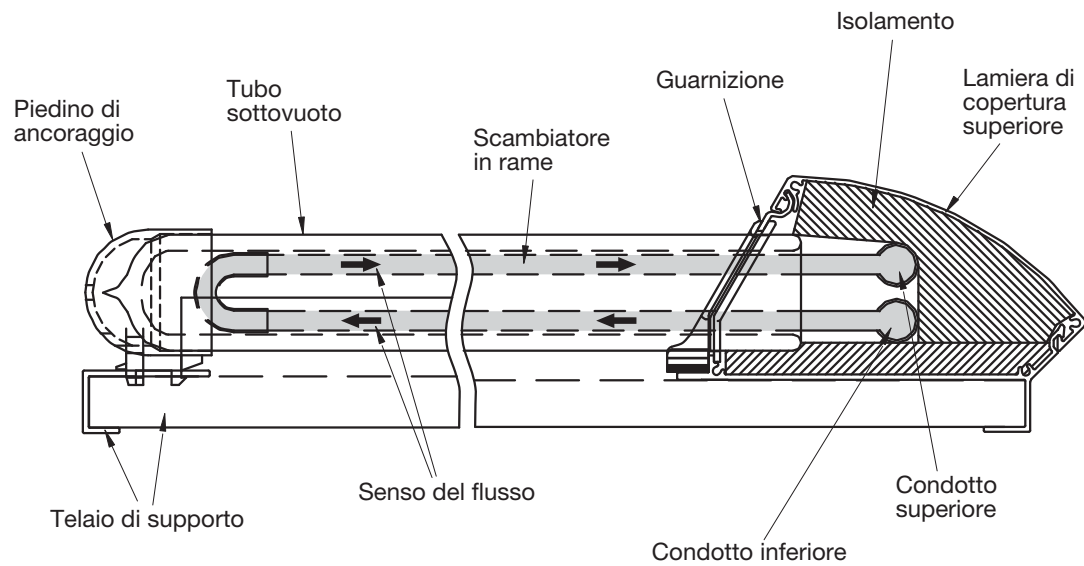
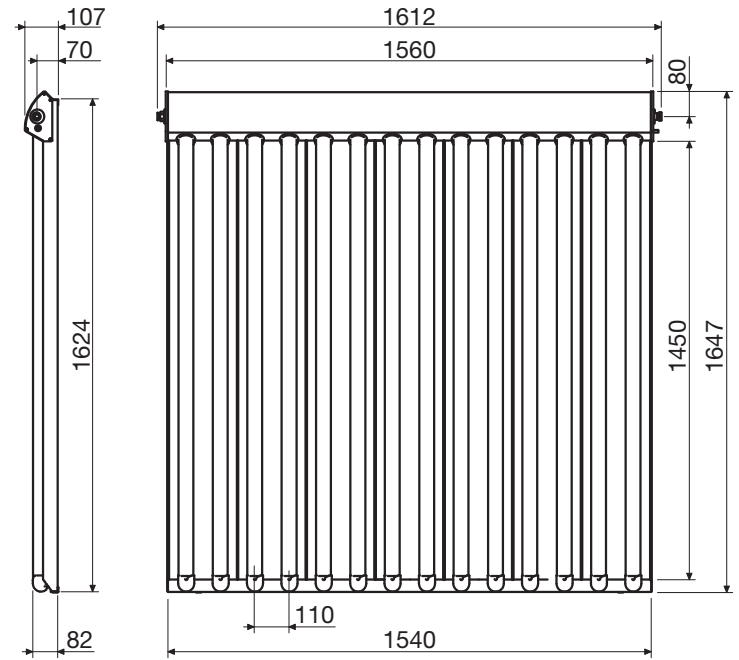
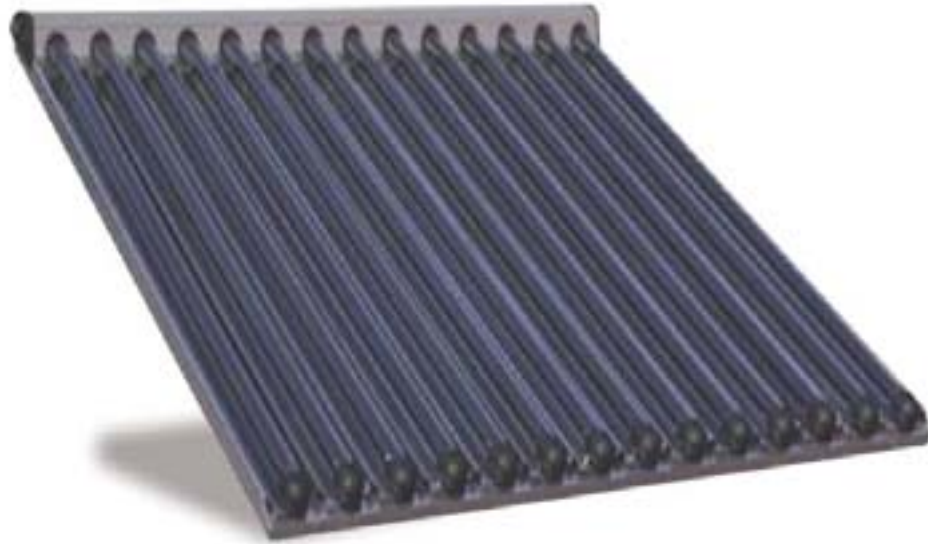
# IL COLLETTORE SOLARE PIANO A INCASSO

---

## **COLLETTORE SOLARE PIANO A INCASSO (PER TETTI IN LEGNO O VENTILATI)**

- Collettore piano con vasca in legno, per incasso nel tetto.
- Per una corretta installazione, è necessario prevedere un'aerazione tra collettore e piano del tetto di minimo 2 cm (tetto ventilato).
- Con questo tipo di collettori non è possibile utilizzare un degasatore manuale ma è necessario utilizzare un'apposita pompa per il carico dell'impianto solare.
- Omogeneità dei materiali con quelli del tetto.

# IL COLLETTORE SOLARE SOTTOVUOTO





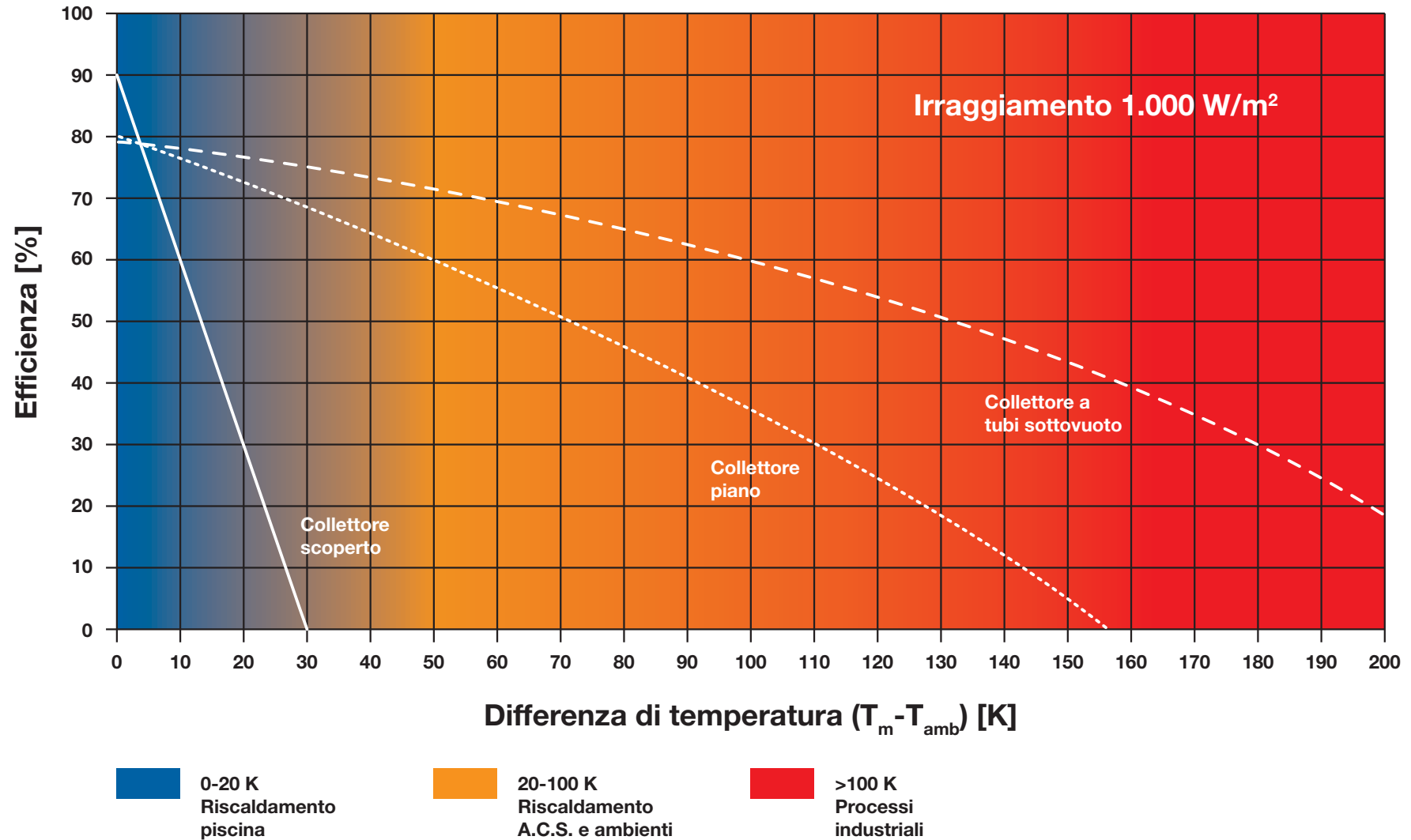
# IL COLLETTORE SOLARE SOTTOVUOTO

## COLLETTORE SOLARE SOTTOVUOTO

- Collettore costituito da 14 tubi a doppia parete di vetro all'interno della quale è creato il vuoto.
- Ogni tubo di vetro contiene un tubo di rame piegato a "U". I tubi di rame sono collegati in parallelo e percorsi dal fluido termovettore che scende verso il basso e risale assorbendo il calore della radiazione diretta e riflessa da uno specchio detto CPC (Compound Parabolic Concentrator).
- Lo strato assorbente nero è depositato sulla parte interna del tubo.
- Alta efficienza in presenza di basse temperature esterne.
- Ideale per applicazioni industriali.

IL COLLETTORE SOTTOVUOTO NON CAPTA PIÙ ENERGIA RISPETTO AL PIANO,  
SEMPLICEMENTE NE DISPERDE DI MENO.

# CURVE DI EFFICIENZA DEI DIVERSI TIPI DI COLLETTORE



# CURVE DI EFFICIENZA DEI DIVERSI TIPI DI COLLETTORE

L'**efficienza** del collettore solare è rappresentata in funzione della differenza tra la temperatura media nel pannello e la temperatura ambiente esterno. All'aumentare di questo differenziale (al diminuire cioè della temperatura ambiente o all'aumentare della temperatura nel pannello) l'efficienza diminuisce.

- Il pannello per **piscina** ha alti rendimenti per bassi  $\Delta T$  (piscina scoperta ad uso estivo).
- Il pannello **piano** ha alti rendimenti nelle applicazioni per la produzione di a.c.s. e integrazione al riscaldamento.
- Il pannello **sottovuoto** ha rendimenti molto alti per elevati  $\Delta T$  (applicazioni di tipo industriale).

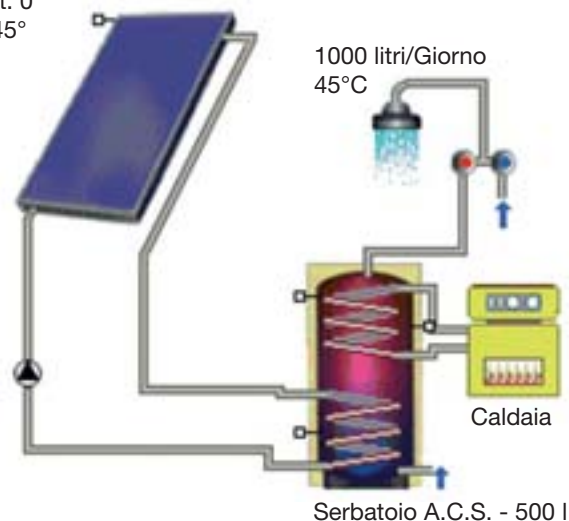
**La scelta del sottovuoto negli impianti di produzione di acqua calda sanitaria e integrazione al riscaldamento non sempre è giustificata da un miglior rendimento.**

## 4 x TSOL 25

Superficie lorda totale: 10,28 m<sup>2</sup>

Azimut: 0°

Incl.: 45°



### Risultati della simulazione annua

### FIRENZE

Potenza installata collettori:	7,20 kW
Radiazione sulla superficie collettore:	14,89 MWh
Energia fornita dai collettori:	8,70 MWh
Energia fornita dal circuito:	7,91 MWh
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	14,88 MWh
Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:	7,91 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	7,52 MWh

**Quota di copertura A.C.S.:** 51,3 %

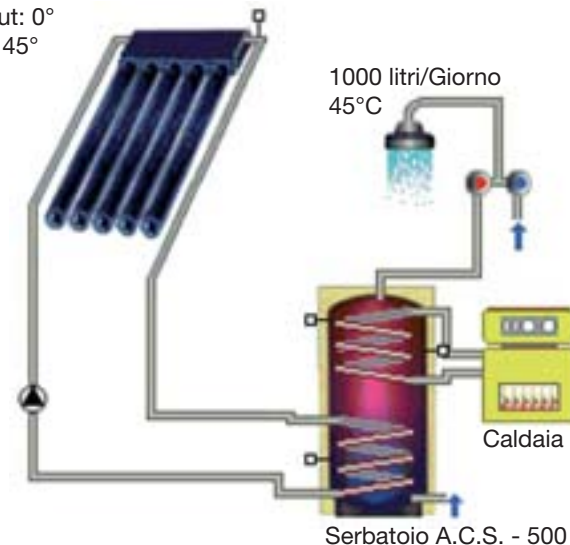
**Rendimento del sistema:** 53,1 %

## 4 x TSOL SOTTOVUOTO

Superficie lorda totale: 10,28 m<sup>2</sup>

Azimut: 0°

Incl.: 45°



### Risultati della simulazione annua

### FIRENZE

Potenza installata collettori:	7,20 kW
Radiazione sulla superficie collettore:	14,49 MWh
Energia fornita dai collettori:	8,18 MWh
Energia fornita dal circuito:	7,37 MWh
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	13,99 MWh
Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:	7,37 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	7,18 MWh

**Quota di copertura A.C.S.:** 50,7 %

**Rendimento del sistema:** 50,9 %

**IL PANNELLO PIANO, NEGLI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI A.C.S., È PREFERIBILE AL SOTTOVUOTO.**

## PERCHÉ ?

- Non sempre i rendimenti del sottovuoto sono maggiori del piano.
- Il sottovuoto è più costoso.
- Il sottovuoto è più sensibile agli agenti atmosferici (rotture per grandine).
- Le temperature raggiunte nei sottovuoto sono più elevate di quelle raggiunte nei piani, a parità di condizioni. È quindi necessario sovradimensionare l'accumulo e i vasi di espansione.
- Il fluido termovettore dei sottovuoto dev'essere appositamente studiato per tale applicazione ed è quindi più costoso (glicole premiscelato).

## CALCOLO DEI RISULTATI

Superficie campo collettori (mq)	$p_1 = 3 \text{ bar}$
5	18 l
7,5	24 l
10	35 l
15	50 l

## => REGOLA PRATICA

Il volume del vaso di espansione dev'essere da 3 a 3,5 volte il volume totale della superficie captante.



# I VASI DI ESPANSIONE DEL CIRCUITO SOLARE

## FUNZIONI

- Compensare le oscillazioni di volume del fluido termovettore del circuito solare, dovute all'espansione termica e all'eventuale evaporazione del liquido contenuto nei collettori.
- Evitare che si verifichi fuoriuscita di fluido termovettore attraverso le valvole di sicurezza, agendo come accumulo, dal quale il liquido, una volta raffreddatosi, può ritornare nel circuito.

## DIMENSIONAMENTO

Nel dimensionamento del vaso va tenuto conto che il liquido contenuto nei collettori solari può evaporare. Questo porta a considerare un volume utile pari al volume di dilatazione del fluido termovettore aumentato del volume di evaporazione del campo collettori.

$$V_u = (\Delta V_{FL} + V_C) \times 1,1 \text{ (indice di sicurezza)}$$

con

- $V_u$  = volume utile del vaso di espansione, in litri
- $\Delta V_{FL} = (e \times V_{FL})$        $e$  = coeff. Di dilatazione del fluido pari a 0,07 per acqua+glicole  
    $V_{FL}$  = contenuto di fluido nel circuito solare, in litri
- $V_C$  = contenuto del fluido nei collettori solari, in litri.

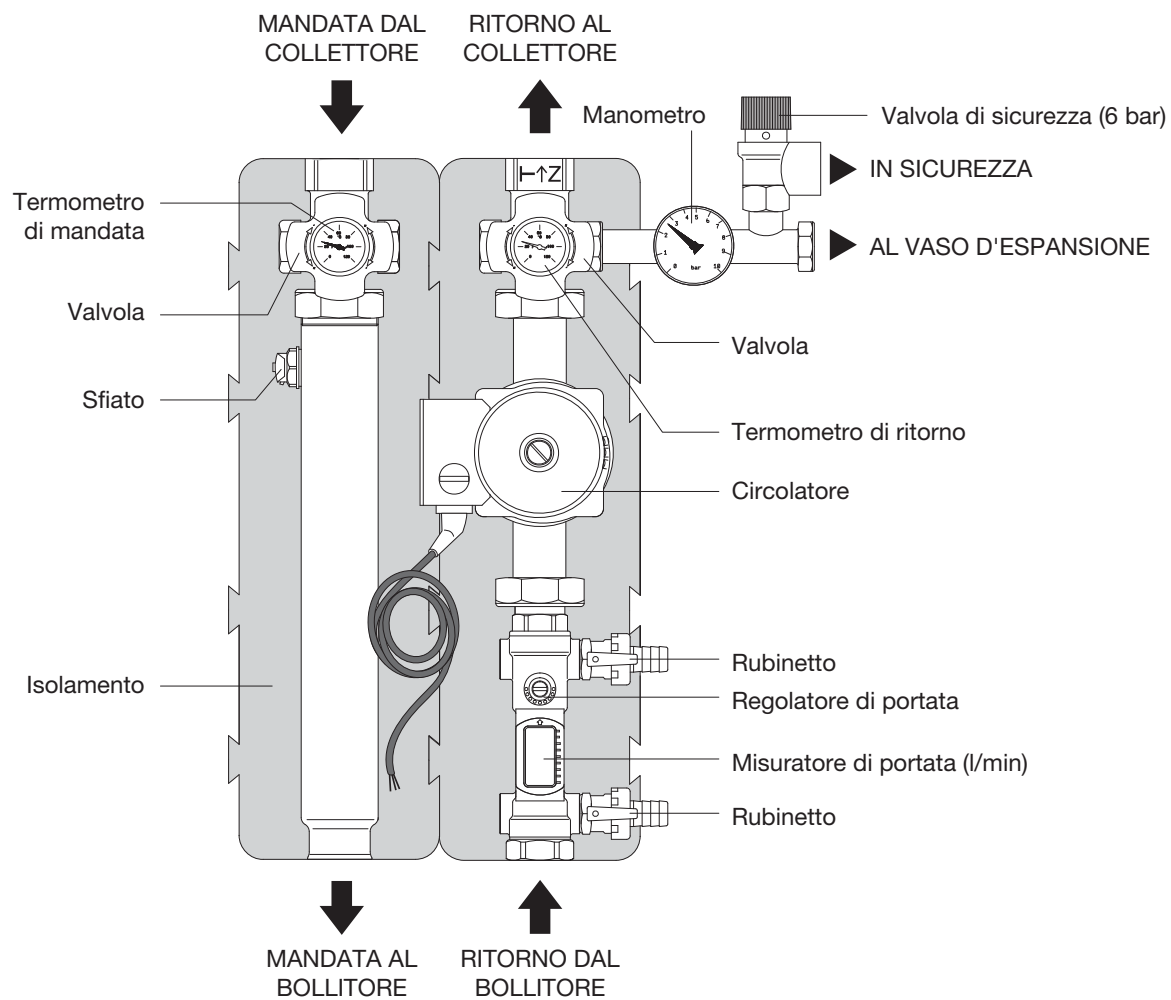
Si può ora determinare il volume nominale del vaso di espansione, in funzione delle pressioni in esercizio:

$$V_n = V_u \times (p_F + 1) / (p_F - p_I)$$

con

- $p_F$  = pressione finale in bar. Consigliato: pressione di apertura della valvola di sicurezza - 0,5 bar
- $p_I$  = pressione iniziale di riempimento dell'impianto, in bar. Consigliato:  $P_{statica} + 0,5$  bar.

# IL GRUPPO IDRAULICO DI MANDATA E RITORNO





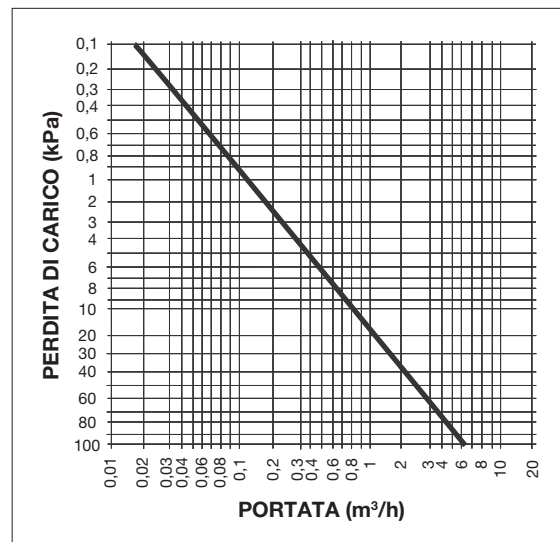
# IL GRUPPO IDRAULICO DI MANDATA E RITORNO

## CONTIENE:

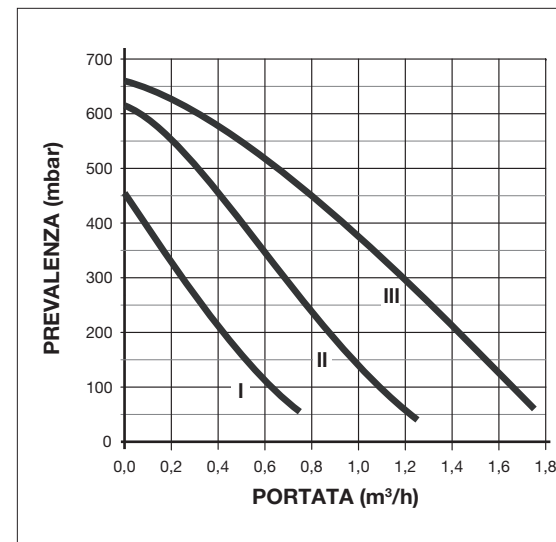
- Circolatore a tre velocità ad alta prevalenza per circuiti solari.
- Regolatore di portata.
- Rubinetto di carico-scarico/lavaggio impianto.
- Valvola di sicurezza.
- Attacco per il vaso di espansione solare.
- Manometro.
- Valvola di non ritorno.
- Termometri.

Il circolatore del gruppo idraulico è indicato per superfici captanti fino a 25 m<sup>2</sup>. È però sempre necessario verificare le perdite di carico del circuito solare per verificare l'adeguatezza del del gruppo idraulico scelto.

Perdite di carico GRUPPO IDRAULICO



CIRCOLATORE





## CENTRALINA ELETTRONICA PER LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI SOLARI

### USCITE

**R1** Pompa collettore

**R2** Pompa di circolazione del riscaldamento ausiliario

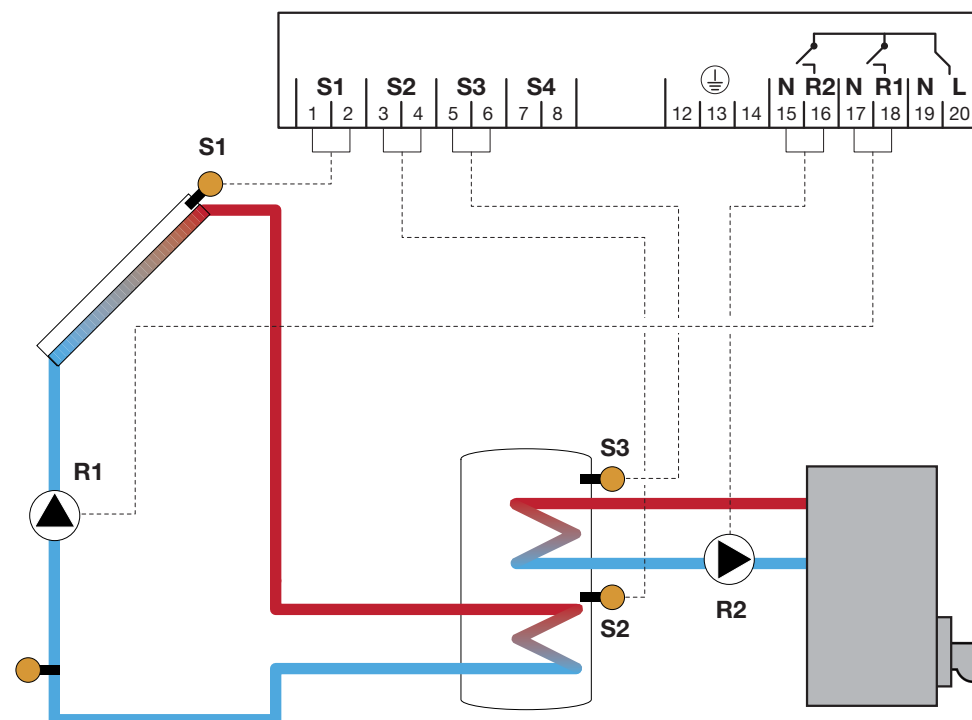
### SONDE

**S1** Sonda collettore

**S2** Sonda inferiore bollitore

**S3** Sonda superiore bollitore/sonda termostato

**S4** Sonda per bilancio di quantità termica (opzionale)



## FUNZIONI PRINCIPALI

### 1) ACCENSIONE E SPEGNIMENTO DEL CIRCOLATORE SOLARE (R1)

POMPA ON  $S1-S2 > T1$  (impostabile)  $\underline{\text{e}}$   $S1 > T2$  (impostabile)  
POMPA OFF  $S1-S2 < T3$  (impostabile)  $\underline{\text{e}}$   $S1 < T4$  (impostabile)

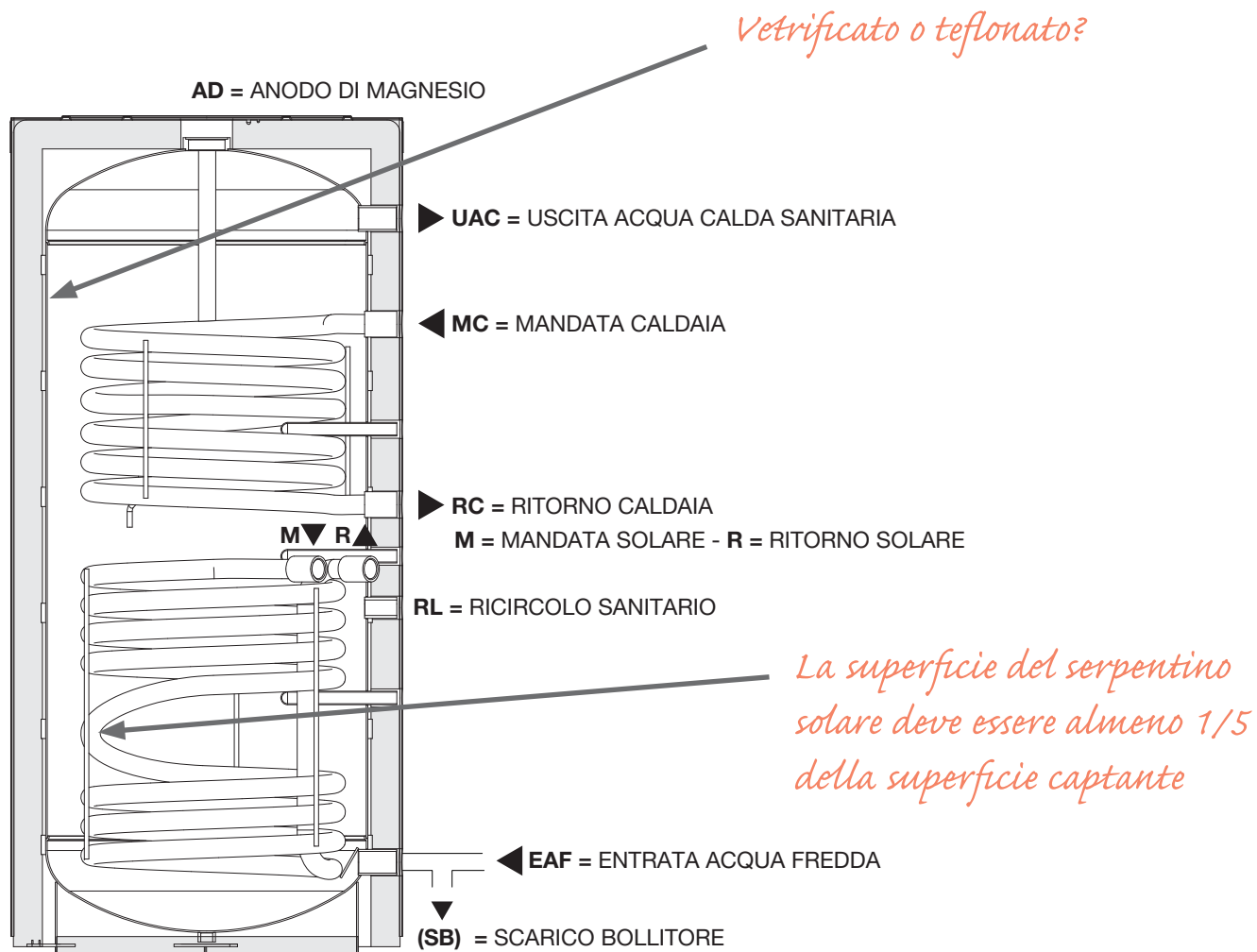
### 2) TEMPERATURA MASSIMA BOLLITORE

POMPA OFF  $S2 > T_{\text{max bollitore}}$   
POMPA ON  $S2 < T_{\text{max bollitore}}$  (impostabile) - 5K

### 3) TEMPERATURA MASSIMA COLLETTORE

POMPA OFF  $S1 > T_{\text{max collettore}}$  (impostabile)  
POMPA ON  $S1 < T_{\text{max collettore}}$  (impostabile) - 10 K

## BOLLITORI SOLARI A DOPPIO SERPENTINO



## **BOLLITORE A DOPPIO SERPENTINO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA IN IMPIANTI SOLARI**

- Il fluido termovettore del circuito solare scorre all'interno del serpentino inferiore del bollitore cedendo il calore all'acqua sanitaria contenuta al suo interno. Si lavora col solare sul serpentino inferiore perché è la parte più fredda del bollitore e permette un miglior scambio termico.
- La caldaia integra il riscaldamento dell'acqua sanitaria sul serpentino superiore.

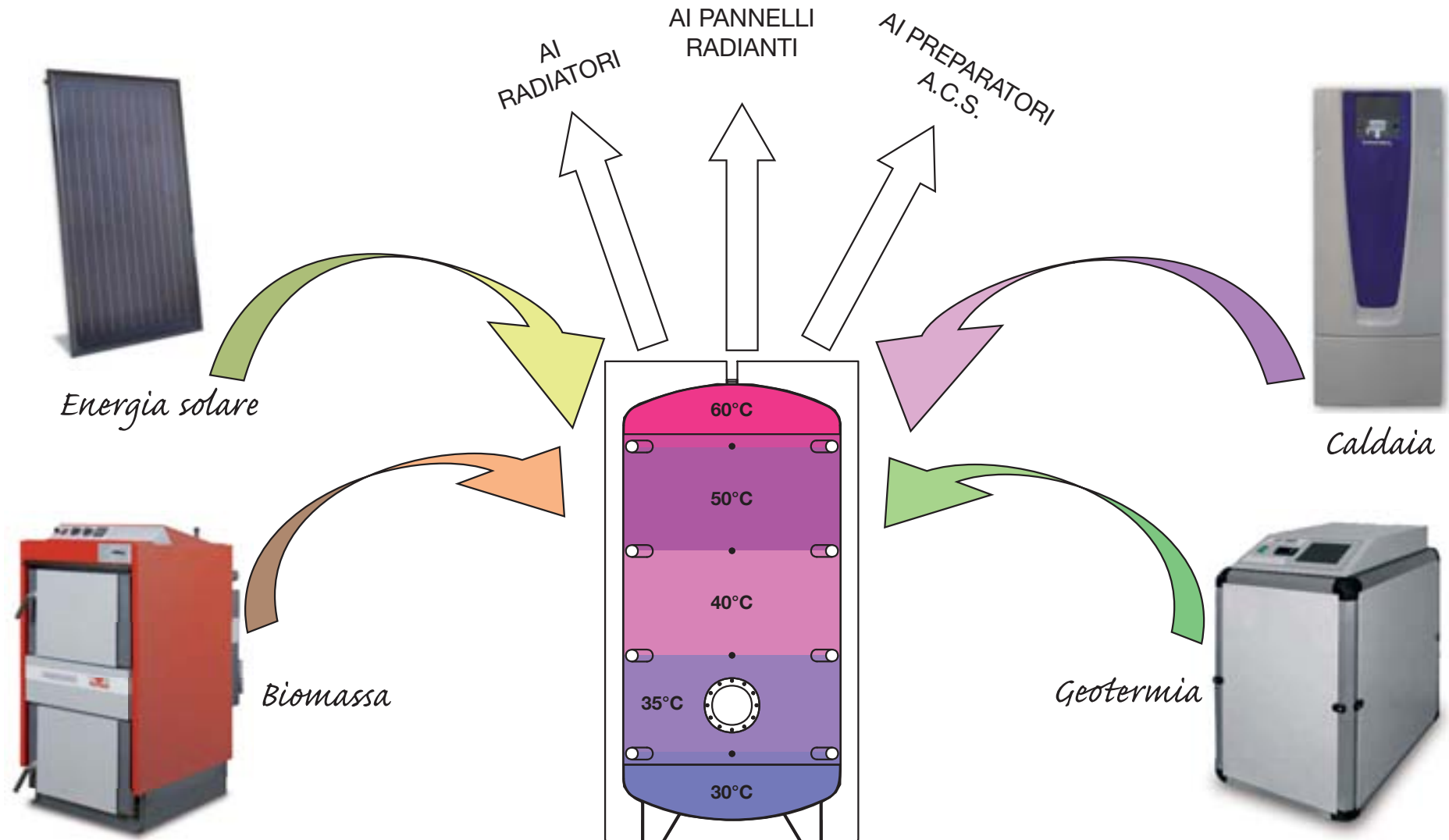
### **È MEGLIO UTILIZZARE BOLLITORI VETRIFICATI E NON TEFLONATI**

Solitamente, i bollitori di capacità fino ai 1000 litri sono trattati internamente con doppia mano di vetrificazione, resistente fino a 90°C - 95°C. Per i bollitori di taglia superiore tale trattamento diventa difficoltoso e la vetrificazione viene sostituita con la teflonatura, resistente però solo fino a 70°C: questo può portare a dei problemi nelle applicazioni col solare.

### **IL RAPPORTO TRA LA SUPERFICIE DEL SERPENTINO DEDICATO AL SOLARE E LA SUPERFICIE CAPTANTE DEVE ESSERE PARI A 1:5**

Lo scambio termico tra collettore solare e serpentino è caratterizzato da bassi differenziali di temperatura ( $\Delta T$  medio logaritmico), se confrontati col tradizionale scambio caldaia-bollitore. È necessario quindi l'utilizzo di superfici che non scendano sotto il valore consigliato al fine di riuscire a scaricare tutta la potenza dei pannelli.

## L'ACCUMULO INERZIALE o PUFFER



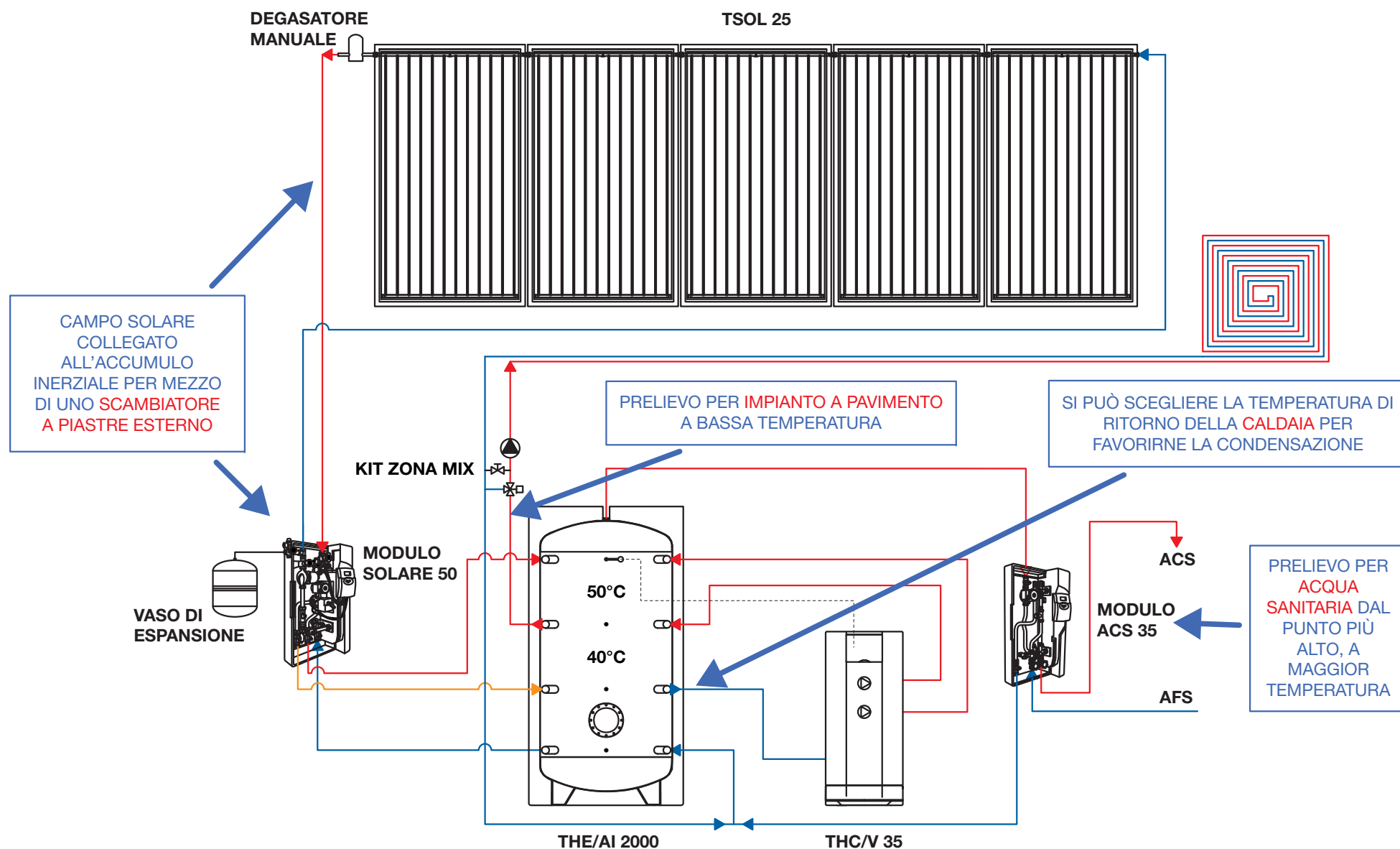
# ACCUMULO INERZIALE O PUFFER

## DESCRIZIONE

- Accumulo verticale a 9 attacchi, distribuiti alle diverse altezze, non trattato internamente.
- La sua funzione è quella di accumulare in modo pratico l'energia proveniente dalle diverse fonti di calore. La disposizione su diverse altezze degli attacchi permette di impiegare generatori di calore di diverso tipo, senza influenzare la stratificazione.
- L'acqua contenuta nell'accumulo può essere poi mandata all'impianto di riscaldamento, ad un preparatore di acqua calda sanitaria (bollitore o scambiatore rapido) oppure ad uno scambiatore per il riscaldamento di una piscina.
- Versione con o senza serpentino. In questo secondo caso è necessario adottare uno scambiatore a piastre esterno all'accumulo.

**L'ACCUMULO INERZIALE NON CONTIENE ACQUA SANITARIA MA SOLO ACQUA IMPIANTO !!!**

# ACCUMULO INERZIALE O PUFFER



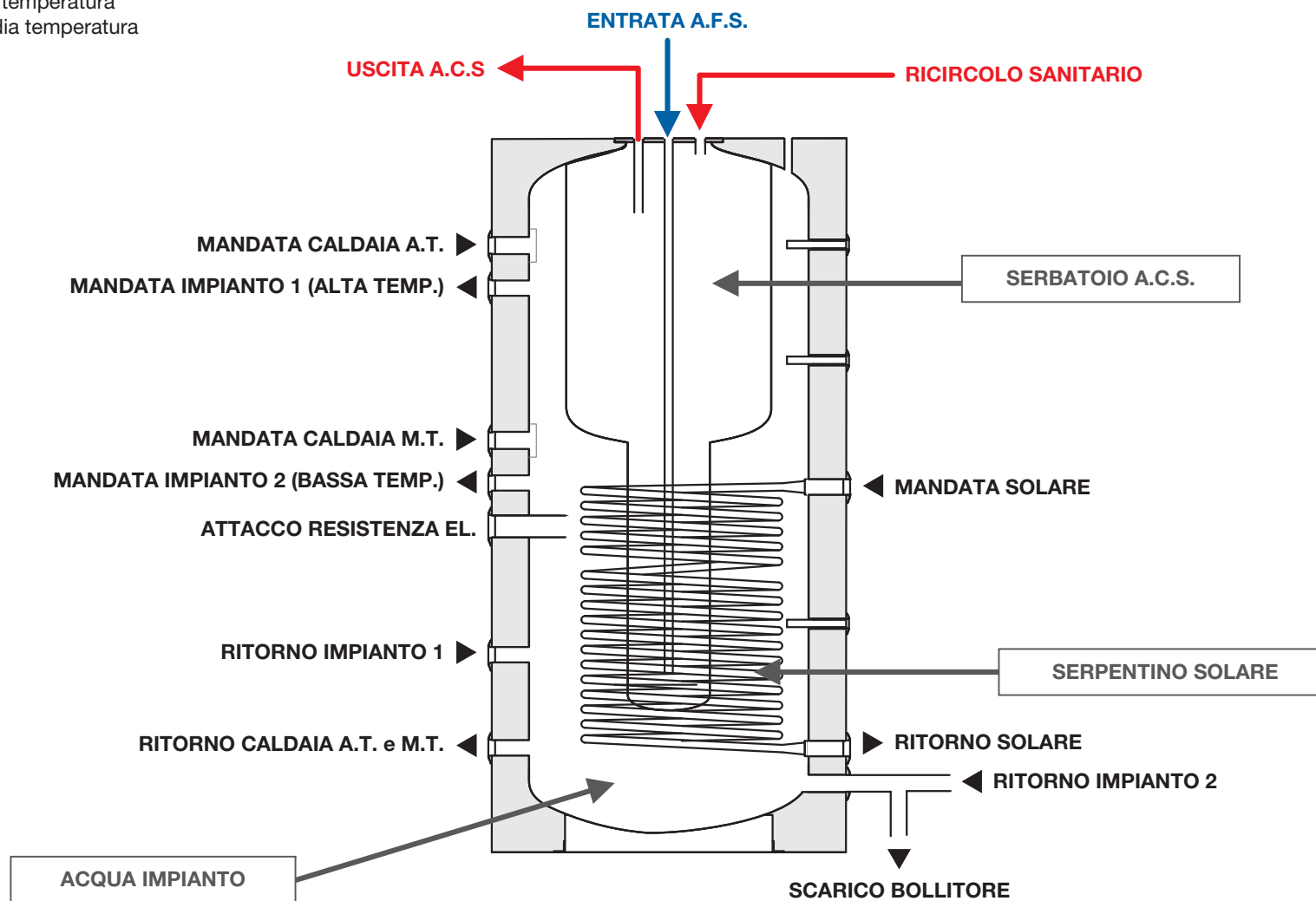


## VANTAGGI DELL'ACCUMULO INERZIALE

- È un accumulo verticale: stratificazione del calore favorita.
- Gli attacchi alle diverse altezze consentono di stoccare e spillare calore a diverse temperature, rispettivamente in base al tipo di fonte di calore e di utilizzo.
- Non contiene acqua sanitaria: non si devono eseguire disinfezioni anti-legionella.
- Può essere utilizzato come compensatore idraulico.
- La caldaia scalda direttamente l'acqua dell'accumulo senza scambiatori/serpentine intermedi: scambio più efficiente.
- Possibilità di realizzare grandi impianti senza essere costretti ad adottare grandi accumuli di acqua sanitaria.
- Possibilità di massimizzare l'efficienza nel tempo piuttosto che l'efficienza istantanea.
- No calcare.
- No legionella.

## ACCUMULI COMBINATI (TANK IN TANK)

A.T. = alta temperatura  
M.T. = media temperatura



## **ACCUMULI COMBINATI (TANK IN TANK)**

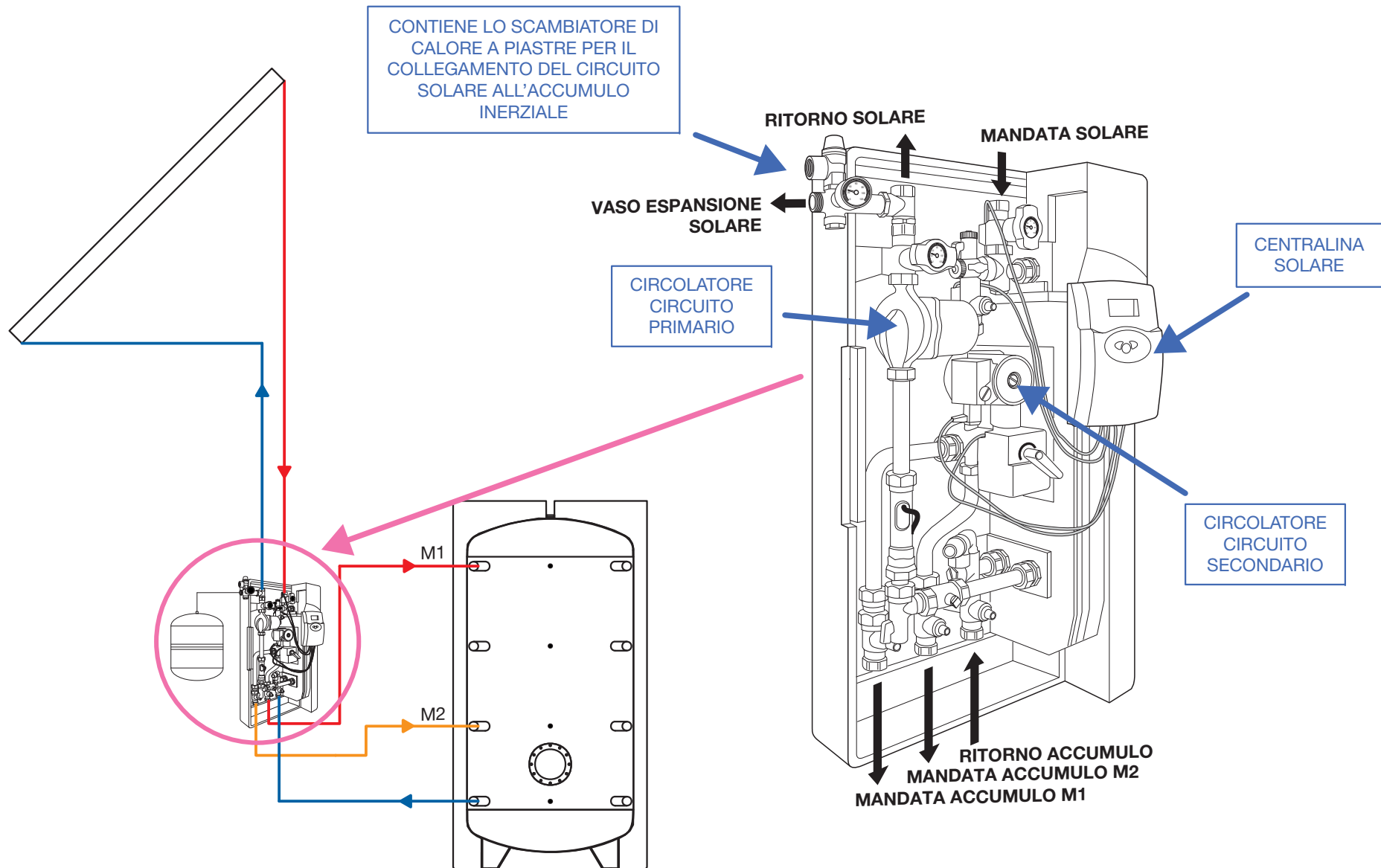
- Gli accumuli combinati sono costituiti da un bollitore immerso in un accumulo inerziale e sono impiegati per la produzione di acqua calda sanitaria e l'integrazione riscaldamento negli impianti solari.
- L'impianto solare riscalda l'acqua per mezzo di un serpentino posizionato nella parte più fredda dell'accumulo. La caldaia integra invece la parte superiore senza bisogno di scambiatori intermedi.

### **VANTAGGI**

- Possibilità di contenere gli ingombri in centrale termica grazie all'utilizzo di un unico accumulo per a.c.s. e riscaldamento.

### **LIMITI**

- Riscaldamento del sanitario meno efficiente rispetto all'utilizzo di scambiatori rapidi o bollitori a serpentino.
- Temperatura del sanitario dipendente dalla temperatura dell'acqua impianto.
- Solo impianti di piccole dimensioni.



# SCAMBIATORI LATO SOLARE

Il **modulo solare** è un gruppo idraulico che permette di caricare un accumulo solare a diverse altezze, a seconda della temperatura raggiunta dall'acqua di riscaldamento.

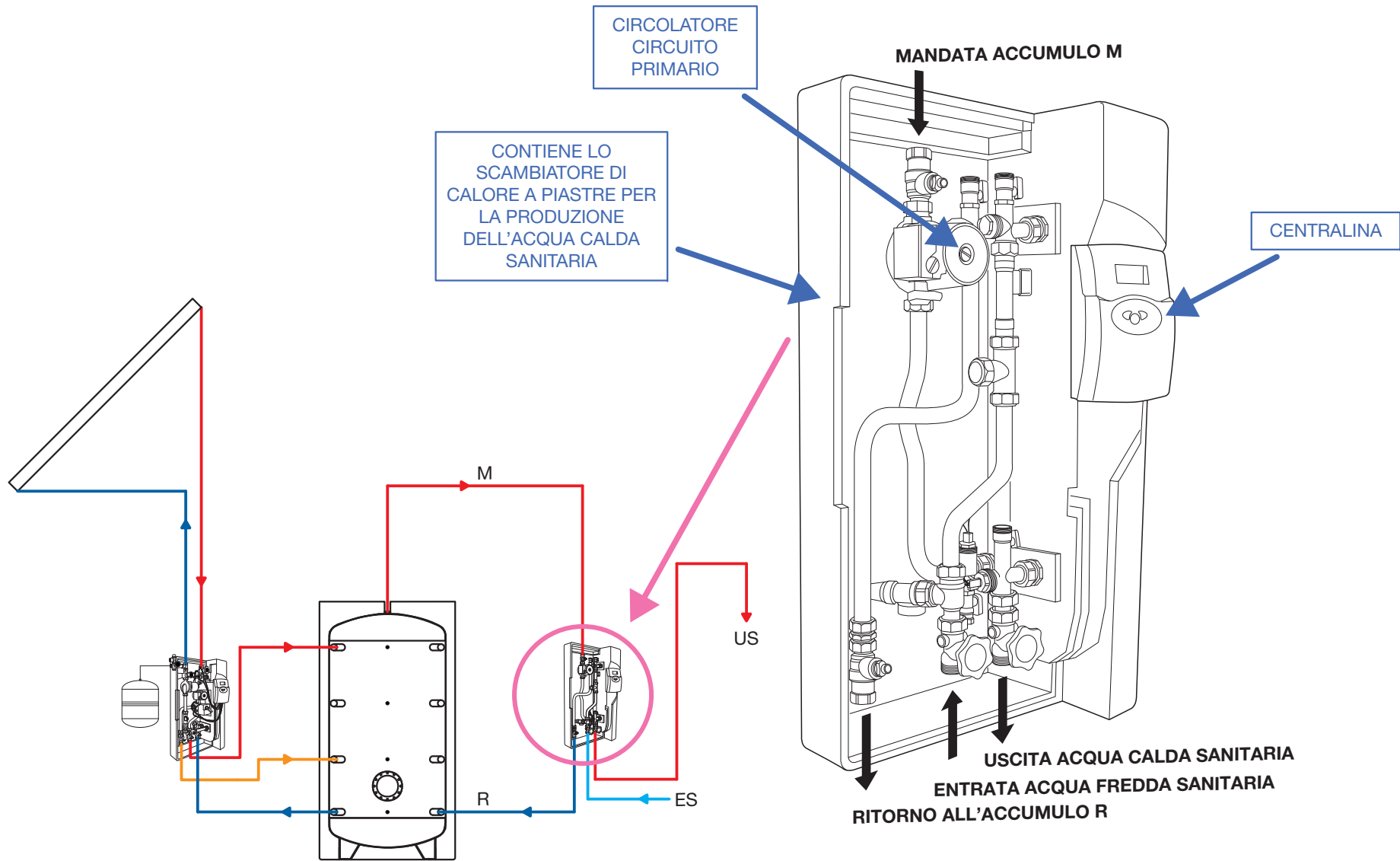
Questo scambiatore solare può essere utilizzato con collettori solari piani e sottovuoto abbinati ad uno o più accumuli inerziali. Il modulo solare è completamente isolato e precablato e comprende:

- Scambiatore a piastre.
- Valvola deviatrice.
- Misuratore di portata.
- Valvole di sicurezza.
- Circolatori primario e secondario.
- Rubinetti di sfiato.
- Valvola di non ritorno.
- Termometri.
- Sonde.
- Centralina solare che attiva la valvola deviatrice e controlla la velocità delle pompe ottimizzando lo scambio termico.

## **VANTAGGI**

- Possibilità di realizzare grandi impianti solari senza limiti di scambio termico. Nei grandi impianti non è infatti possibile raggiungere superfici di scambio adeguate con scambiatori interni (serpentino) ma è necessario lavorare con scambiatori esterni.
- Stratificazione del calore favorita dalla possibilità di gestire il caricamento del puffer a diverse altezze, in base alla temperatura di mandata del circuito solare.
- Scambio termico più efficiente rispetto al caso di accumulo con serpentino interno.
- Gestione del circuito primario e secondario a velocità variabile.

# PREPARATORI ISTANTANEI DI ACQUA CALDA SANITARIA



# PREPARATORI ISTANTANEI DI ACQUA CALDA SANITARIA

Il **modulo a.c.s** è un gruppo idraulico per la produzione d'acqua calda sanitaria che utilizza il principio di funzionamento dello scambiatore istantaneo. Questo scambiatore solare può essere utilizzato con gli accumuli inerziali.

Il gruppo idraulico è completamente isolato e precablato e comprende:

- Scambiatore a piastre.
- Misuratore di portata.
- Valvola di sicurezza.
- Circolatore.
- Rubinetti di sfiato.
- Valvola di non ritorno.
- Sonde.
- Centralina che attiva il circolatore e permette di impostare la temperatura dell'a.c.s..

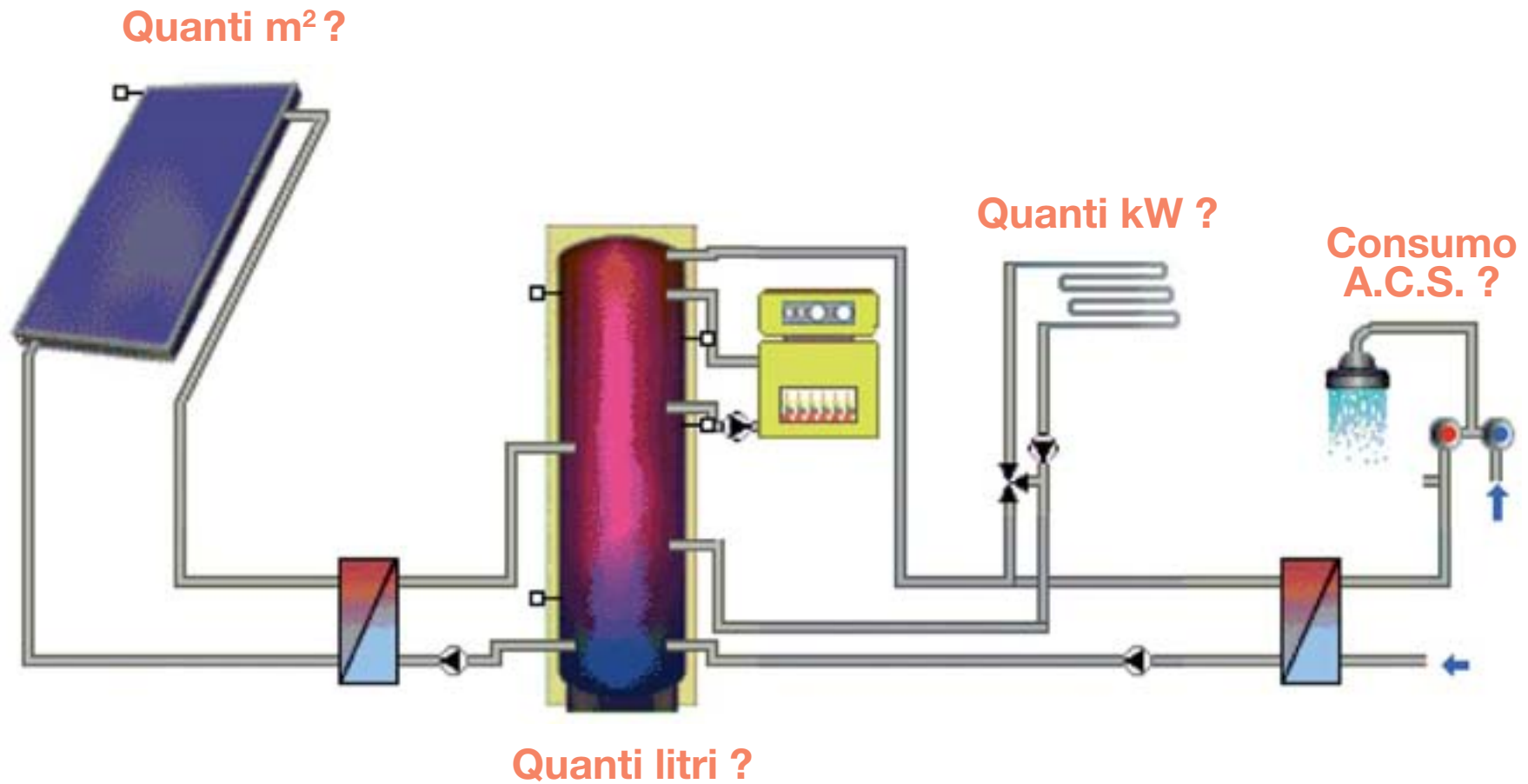
## VANTAGGI

- Non c'è il problema legionella. Si evita l'utilizzo di grandi accumuli di acqua sanitaria su cui eseguire settimanalmente la disinfezione, con grossi sprechi di energia.
- Ritorni freddi all'accumulo grazie al dimensionamento dello scambiatore a piastre per massimizzare l'efficienza del solare.
- Gestione a velocità variabile del circolatore del circuito primario per assicurare ritorni freddi all'accumulo inerziale (max 20°C): la caldaia condensa e il solare funziona bene.

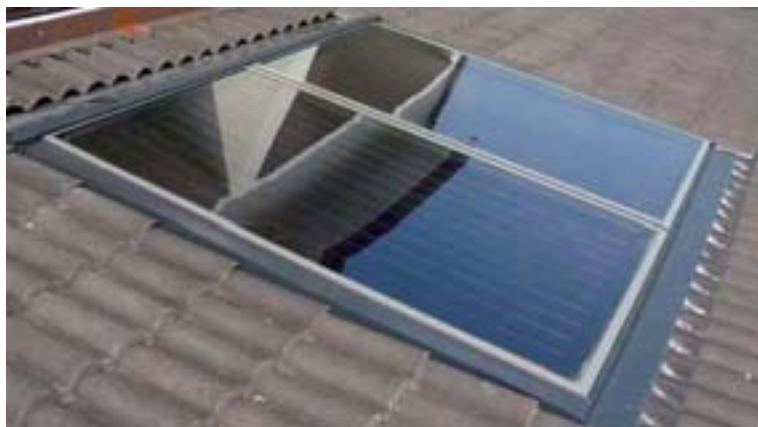
---

# **DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI**





①



**A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE**

②



**A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO  
NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE**

③



**A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI**

④



**A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE**

# TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE

---

I criteri di dimensionamento per gli impianti solari possono essere suddivisi a seconda del tipo di utilizzo:

- 1) Impianti per la produzione di **acqua calda sanitaria** nelle abitazioni **monofamiliari**.
- 2) Impianti per la produzione di **acqua calda sanitaria** e **l'integrazione al riscaldamento** nelle abitazioni **monofamiliari**.
- 3) Impianti per la produzione di **acqua calda sanitaria** nelle abitazioni **plurifamiliari**, a loro volta divisi in:
  - 3a) Impianti per la produzione centralizzata di a.c.s..
  - 3b) Impianti per la produzione decentralizzata di a.c.s. per mezzo di sottostazioni.
- 3) Impianti per la produzione di **acqua sanitaria nelle strutture ricettive** come alberghi, ospedali, centri sportivi e uffici.

## DIMENSIONAMENTO DI BASE PER IL 50% DI COPERTURA

PASSO 1: Stima del fabbisogno

tra 50 e 100 l per persona, al giorno a 45°C



PASSO 2: Stima della superficie captante

1 mq di collettore ogni 100 litri di fabbisogno



PASSO 3: Stima del volume di accumulo complessivo  
sulla base del numero di pannelli

tra 50 e 100 litri ogni mq di superficie esposta.

# 1 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE

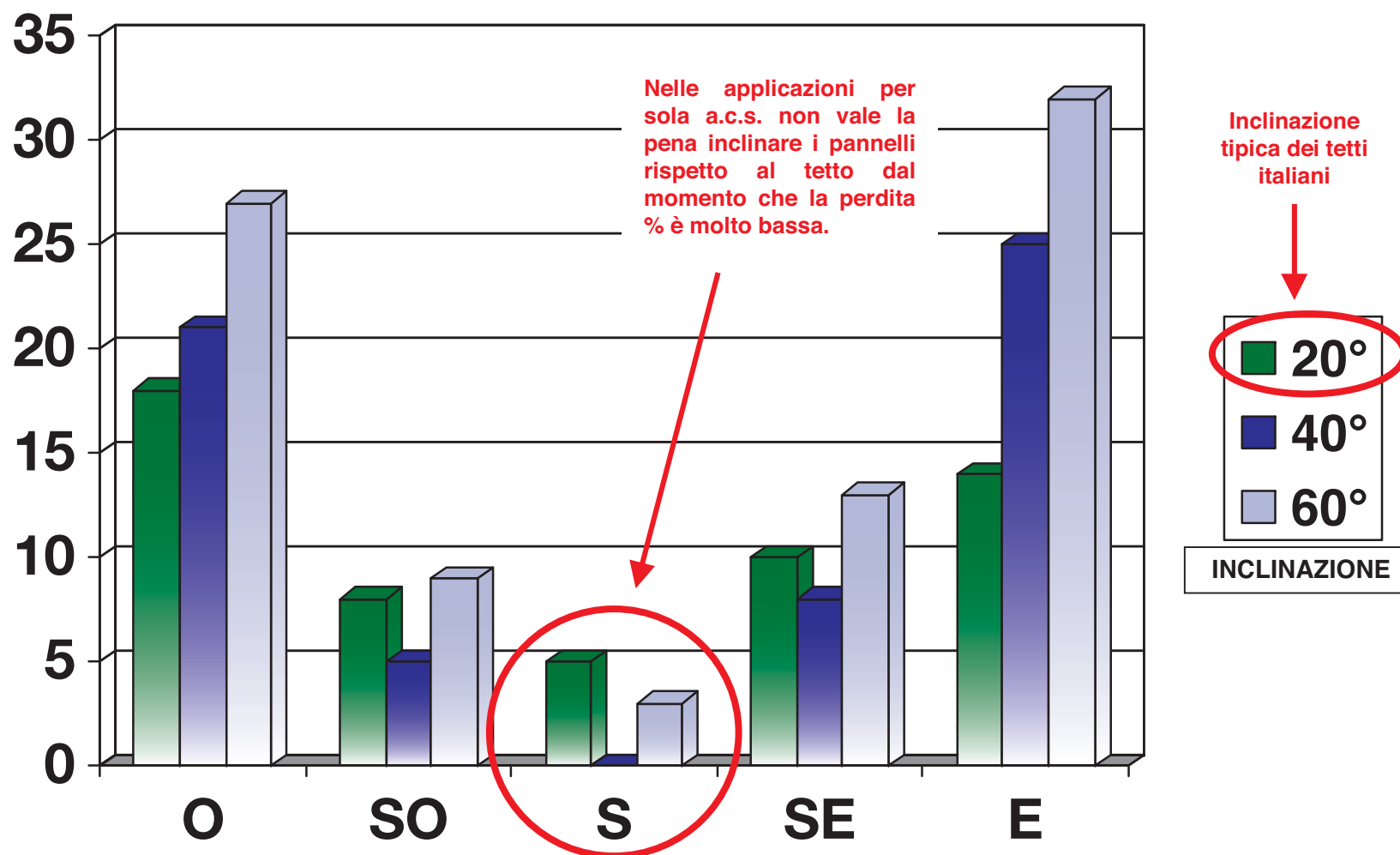
## NOTE IMPORTANTI

- 1) In mancanza di dati certi sui consumi giornalieri di una famiglia, è necessario stimare il fabbisogno. La norma italiana UNI 9182 fa riferimento ad un consumo di 65 l/g per persona a 45° nel caso di abitazioni medie e stile di vita normale.
- 2) Per sapere quanti m<sup>2</sup> di pannelli installare si utilizza il fabbisogno stimato in l/giorno. Questo dato non ha niente a che vedere con la massima contemporaneità dei prelievi, solitamente indicata in l/min.
- 3) **IL VOLUME DI ACCUMULO NON DEVE ESSERE STIMATO SEMPLICEMENTE SULLA BASE DEL CONSUMO GIORNALIERO, MA SULLA BASE DELLA SUPERFICIE CAPTANTE.**

Nella scelta di un bollitore bisogna tenere conto di 2 fattori di uguale importanza:

- Il suo volume dev'essere MINIMO di 50 l per ogni m<sup>2</sup> di superficie captante. (es. 5 m<sup>2</sup> - 300 l).
- Il suo serpentino dedicato al solare deve poter scambiare la potenza captata dai pannelli. Dati di laboratorio consigliano di mantenere un rapporto di 1:5 tra superficie del serpentino e superficie captante.

## PERDITA % DI EFFICIENZA AL VARIARE DELL'INCLINAZIONE E DELL'ORIENTAMENTO DEI PANNELLI, NEGLI IMPIANTI PER LA SOLA PRODUZIONE DI A.C.S.



# 1 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE

L'efficienza di un impianto dipende anche dall'inclinazione dei pannelli e dal loro orientamento:

**INCLINAZIONE OTTIMALE per la produzione annuale di a.c.s.**

**Latitudine del luogo - 10°**

**solitamente 30° ÷ 45°**

Fissato come orientamento il sud, ogni variazione d'inclinazione a partire da quella ottimale comporta una perdita di efficienza tra il 3% e il 5%.

**Si può, nelle applicazioni per a.c.s., privilegiare l'installazione estetica rispetto a quella tecnica.**

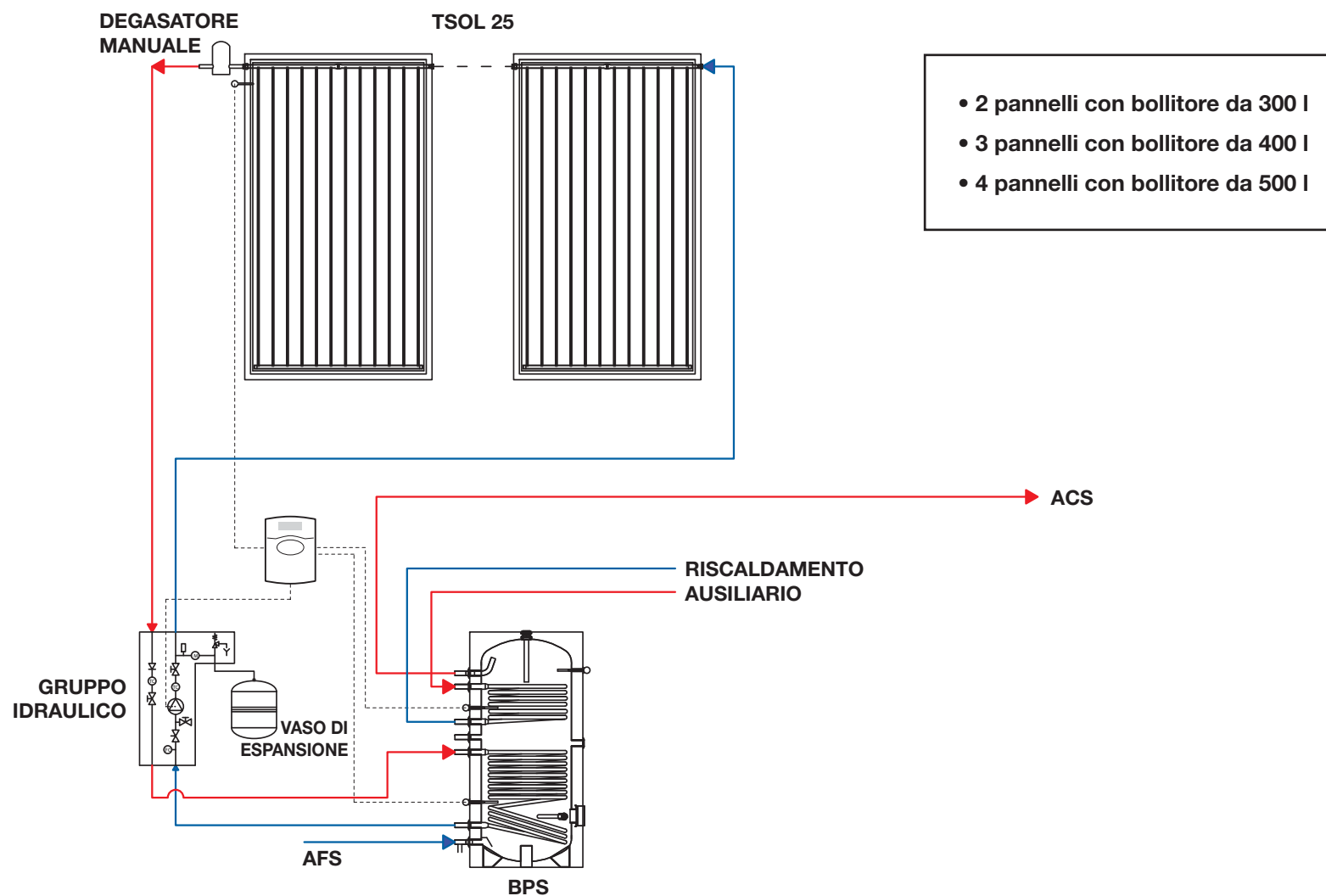
**ORIENTAMENTO OTTIMALE**

**sud**

Fissata un'inclinazione pari a 20°, ogni scostamento dal sud comporta una perdita di efficienza così quantificabile:

- sud-est e sud-ovest: perdita variabile intorno al 5%
- est e ovest: perdita variabile tra 10% e 15%.

## ESEMPIO D'IMPIANTO PER SOLA PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE U.A.





# 1 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE

## Esempio d'impianto per sola produzione di a.c.s. nelle singole u.a.

Supponiamo si voglia dimensionare un impianto solare per la sola produzione di a.c.s. per una **famiglia di 4 persone**.

1) Stima del fabbisogno

4 persone x 65 l/giorno persona = 260 l/giorno a 45°C.

2) Stima superficie captante

1 m<sup>2</sup> ogni 100 litri di fabbisogno => 260:100 = 2,6 m<sup>2</sup>

Sono necessari 2 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> l'uno (arrotondare sempre per eccesso).

**UTILIZZARE SEMPRE MINIMO 2 PANNELLI (\*). UN PANNELLO SOLO NON È IN GRADO DI FORNIRE L'ENERGIA ADEGUATA.**

3) Stima del bollitore

• Prima verifica: capacità del bollitore

60 l/m<sup>2</sup> => con 2 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> sono necessari (2 x 2,2 x 60) l = 264 l => 300 l.

**SCEGLIERE SEMPRE LA TAGLIA DI BOLLITORE SUPERIORE, MAI QUELLA INFERIORE!**

• Seconda verifica: serpentino del bollitore

Verificare la superficie del serpentino: 1,2 m<sup>2</sup>

Verificare il rapporto 1:5 tra serpentino e superficie captante: 1,2 m<sup>2</sup> x 5 = 6 m<sup>2</sup> = max superficie captante installabile.

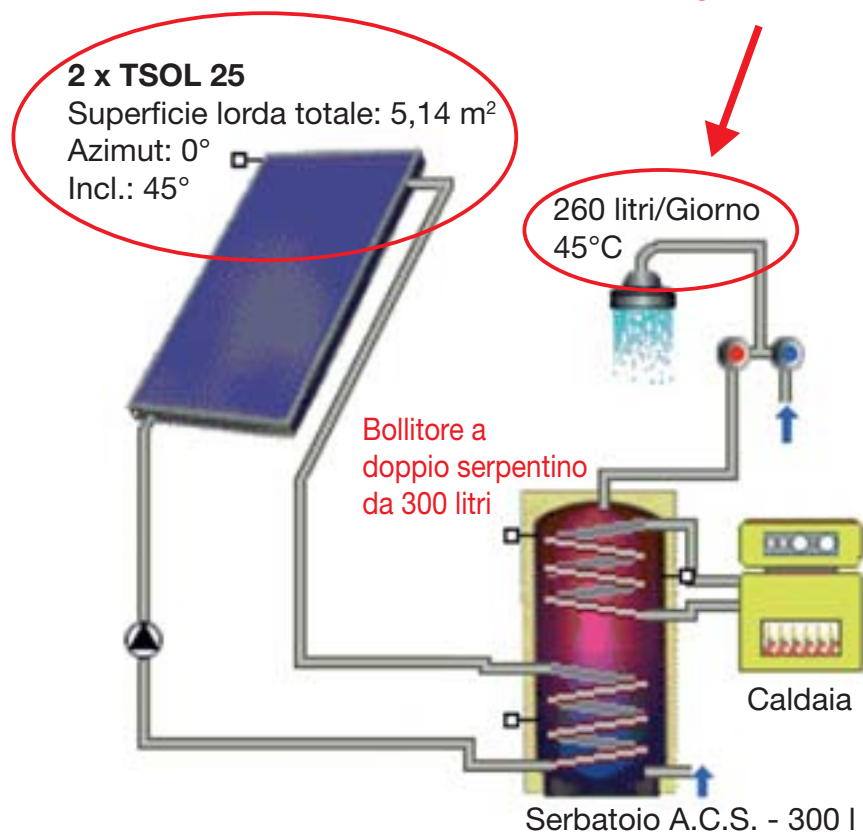
In questo caso si hanno 4,4 m<sup>2</sup> totali => OK!

(\*) pannelli in serie a due attacchi

# 1 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE

2 pannelli = 4,4 m<sup>2</sup> netti  
 Orientamento: sud  
 Inclinazione: 45°  
 Località: Firenze

4 persone = 260  
 l/giorno a 45°C

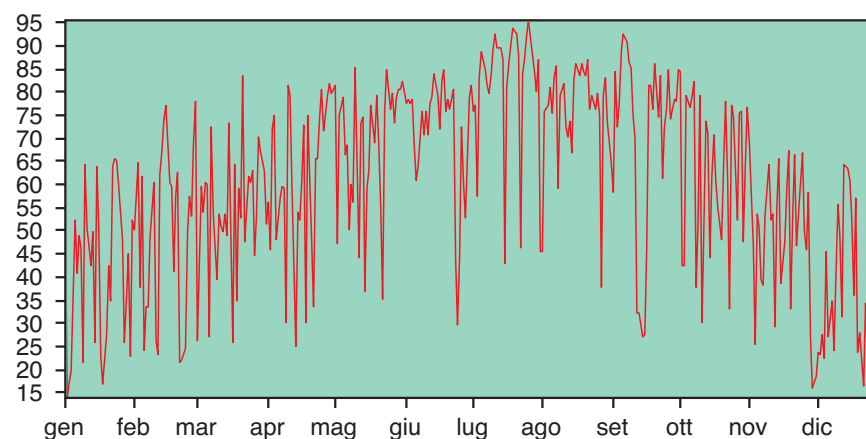


Radiazione sulla superficie collettore:	7,25 MWh
Energia fornita dai collettori:	3,53 MWh
Energia fornita dal circuito:	2.800,45 MWh

Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	3,64 MWh
Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:	2.800,45 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	1.421,46 MWh

**Quota di copertura A.C.S.:** 66,3 %

**Rendimento del sistema:** 38,6 %



# 1 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE SINGOLE UNITÀ ABITATIVE

Il dimensionamento preliminare, eseguito secondo le regole sopra esposte, va sempre verificato per mezzo di opportuni software per il dimensionamento degli impianti solari termici. La simulazione riportata è stata realizzata per mezzo del programma **T SOL**.

- 1) **Radiazione sulla superficie dei collettori:** quanta energia investe il campo collettori in un anno.
- 2) **Energia fornita dai collettori:** energia utile in uscita dai pannelli.
- 3) **Energia fornita dal circuito:** energia realmente prodotta dall'impianto, al netto delle perdite nel circuito solare.
- 4) **Fornitura di energia per acqua calda sanitaria:** fabbisogno impostato espresso in KWh/anno.
- 5) **Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:** energia fornita dall'impianto solare per il riscaldamento dell'acqua sanitaria (in questo caso coincide con l'energia fornita dal circuito).
- 6) **Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:** energia spesa dalla caldaia per tenere il bollitore in temperatura in mancanza di sole. Tiene conto del rendimento della caldaia.

## Quota di copertura a.c.s. =

En. Impianto solare per a.c.s / (En. impianto solare per a.c.s. + En. fornita dal risc. ausiliario).

## Rendimento del sistema =

En. fornita dal circuito/Radiazione sulla superficie dei collettori.

### DIMENSIONAMENTO DI BASE per la PRODUZIONE di A.C.S. E L'INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO

PASSO 1: Stima del fabbisogno termico dell'edificio  
(kWh/m<sup>2</sup> anno)

mediamente si considera un'abitazione che ha un fabbisogno di circa 75 kWh/m<sup>2</sup> anno

+ Stima del fabbisogno per l'a.c.s. (l/giorno)

tra 50 e 100 l/giorno per persona

PASSO 2: Stima della superficie captante

regola pratica: 1 mq di collettore ogni 10 m<sup>2</sup> di abitazione

PASSO 3: Stima del volume dell'accumulo inerziale  
sulla base del numero di pannelli

tra 60 e 100 litri ogni mq di superficie esposta.

## 2 PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO

### NOTE IMPORTANTI

#### **1) L'integrazione al riscaldamento non può esistere senza la produzione di a.c.s.**

Il numero di pannelli necessari per l'integrazione al riscaldamento risulta essere molto maggiore che per la sola produzione di a.c.s., a parità di struttura e numero di persone. La produzione di a.c.s. è quindi necessaria per smaltire, nei mesi estivi, una minima parte del calore prodotto dai pannelli e limitare il problema della stagnazione.

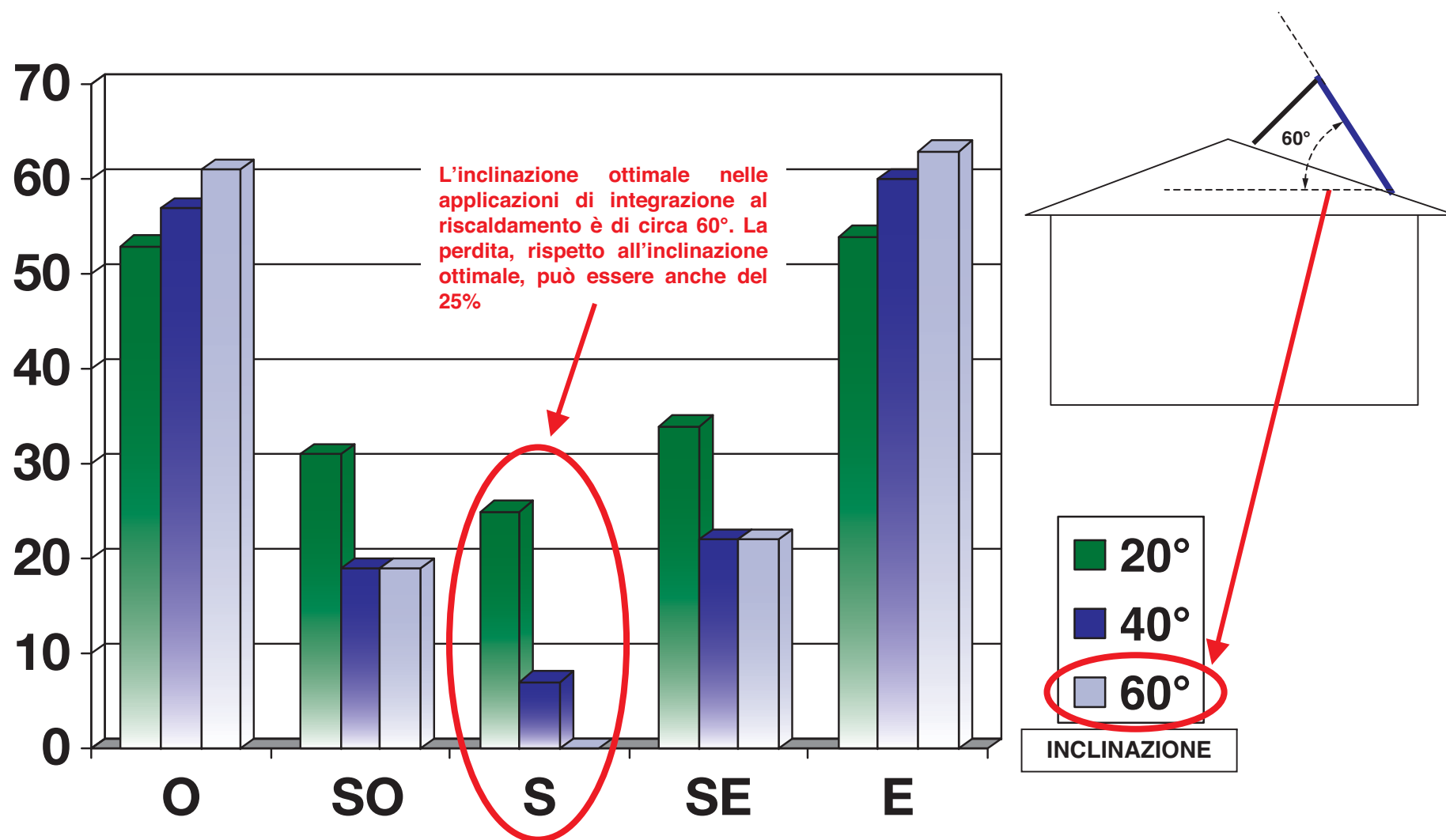
#### **2) Le quote di copertura raggiunte negli impianti per a.c.s. e integrazione al riscaldamento sono solitamente comprese tra il 15% ed il 35%.**

Si potrebbero raggiungere coperture più elevate solo aumentando il numero di pannelli. Il risultato sarebbe però quello di avere, durante l'estate, una quantità di calore esuberante rispetto al fabbisogno. Non potendo smaltire il calore, l'impianto sarebbe sempre in stagnazione.

#### **3) L'integrazione al riscaldamento ha senso solo in presenza di riscaldamento a bassa temperatura (pannelli radianti).**

In caso contrario le coperture raggiunte col solare sarebbero troppo basse per giustificare l'investimento economico.

PERDITA % DI EFFICIENZA AL VARIARE DELL'INCLINAZIONE E DELL'ORIENTAMENTO DEI PANNELLI, NEGLI IMPIANTI PER LA SOLA PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO



## 2 PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO

L'efficienza di un impianto, si è visto, dipende anche dall'inclinazione dei pannelli e dal loro orientamento:

**INCLINAZIONE OTTIMALE per la produzione di a.c.s. e l'integrazione al riscaldamento**

**Latitudine del luogo + 10°**

**solitamente 55° ÷ 65°**

**I pannelli devono essere molto inclinati per poter sfruttare al meglio la radiazione invernale, trascurando quella estiva.**

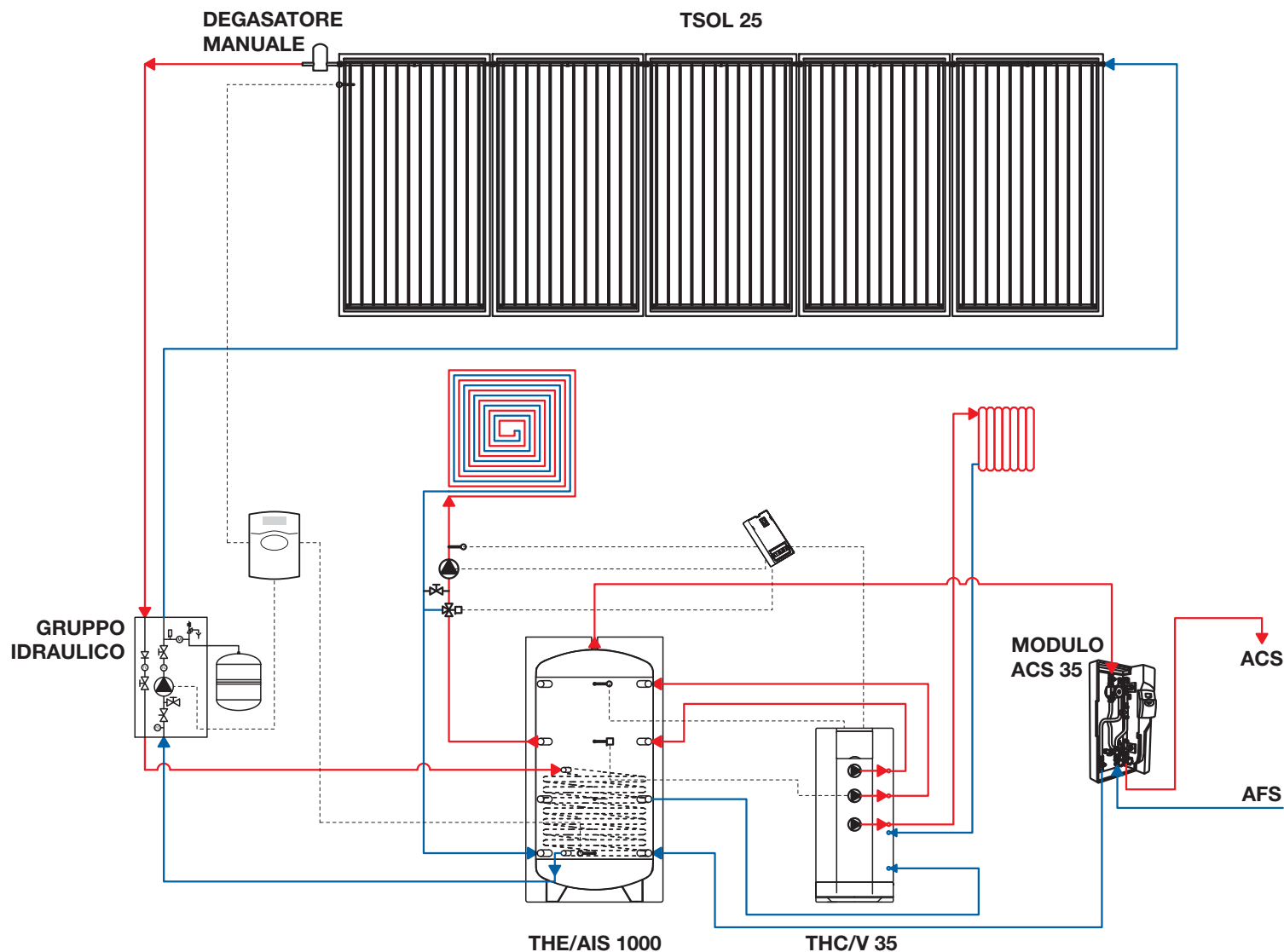
**ORIENTAMENTO OTTIMALE  
sud**

Ogni scostamento dal sud comporta una perdita di efficienza elevata:

- sud-est e sud-ovest: perdita variabile tra 20% e 30%
- est e ovest: perdita variabile tra 50% e 60%.

**L'installazione tecnica è da preferire a quella estetica!**

## ESEMPIO D'IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI A.C.S. E L'INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO



### 5 pannelli con accumulo inerziale da 1000 litri

- I pannelli riscaldano l'acqua nell'accumulo inerziale per mezzo del serpentino contenuto nell'accumulo stesso.
- La caldaia integra sulla parte alta del puffer senza bisogno di scambiatori di calore.
- Il sanitario è prodotto per mezzo di uno scambiatore istantaneo (il modulo a.c.s.).
- Mandata e ritorno per l'impianto a pavimento vengono spillati direttamente dal puffer alle altezze relative alle temperature desiderate.



## 2 PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO

### Esempio d'impianto per a.c.s e integrazione al riscaldamento

Supponiamo si voglia dimensionare un impianto solare per la sola produzione di a.c.s. **per una famiglia di 4 persone e un'abitazione di 100 m<sup>2</sup> col riscaldamento a pannelli radianti.**

1) Stima dei fabbisogni

A.C.S.: 4 persone x 65 l/giorno persona = 260 l/giorno a 45°C

RISCALDAMENTO: 7 kW (è un dato che dev'essere noto)

m<sup>2</sup> da riscaldare: 100.

2) Stima superficie captante

1 m<sup>2</sup> di pannello ogni 10 m<sup>2</sup> di abitazione => 100:10 = 10 m<sup>2</sup>

Sono necessari 4 o 5 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> l'uno. Si supponga di scegliere di mettere 5 pannelli.

3) Stima dell'accumulo inerziale

- Prima verifica: capacità dell'accumulo

60 l/m<sup>2</sup> => con 5 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> sono necessari (5 x 2,2 x 60) l = 660 l => 1000 l.

### **SCEGLIERE SEMPRE LA TAGLIA DI ACCUMULO INERZIALE SUPERIORE, MAI QUELLA INFERIORE!**

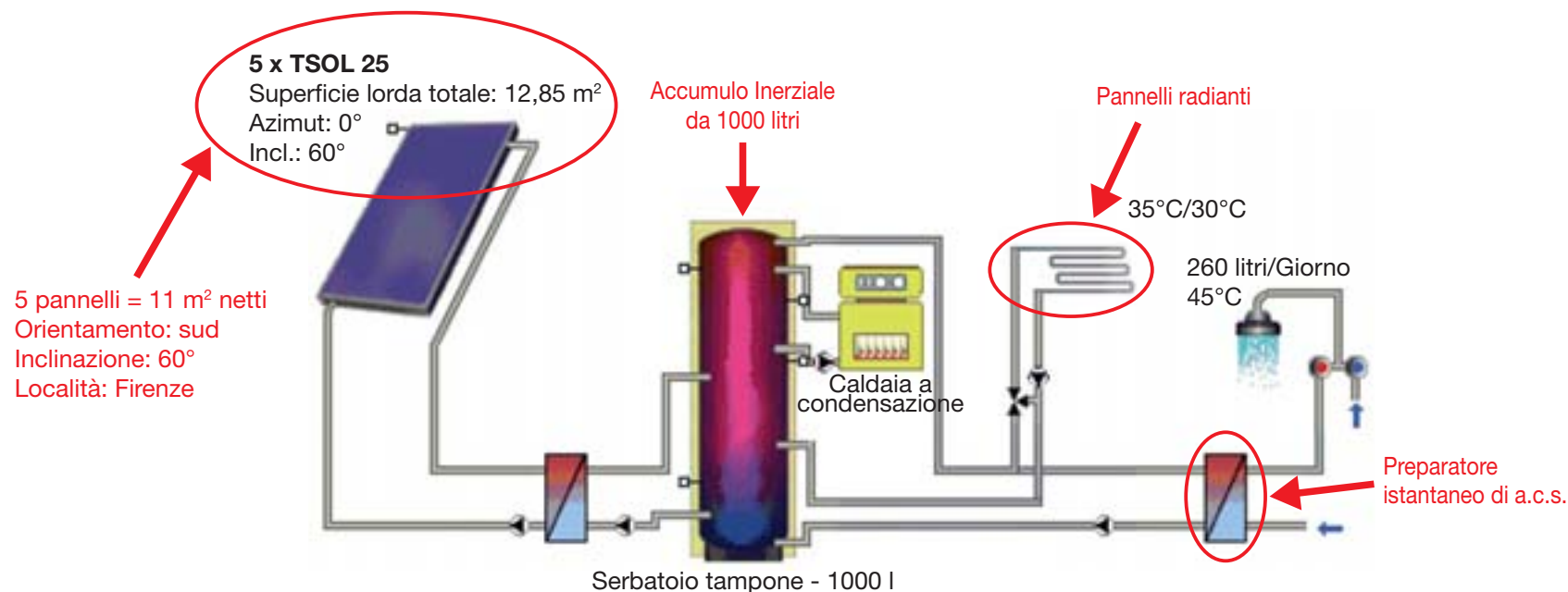
- Seconda verifica (SOLO SE L'ACCUMULO INERZIALE HA IL SERPENTINO): serpentino dell'accumulo

Verificare la superficie del serpentino: 2,7 m<sup>2</sup>.

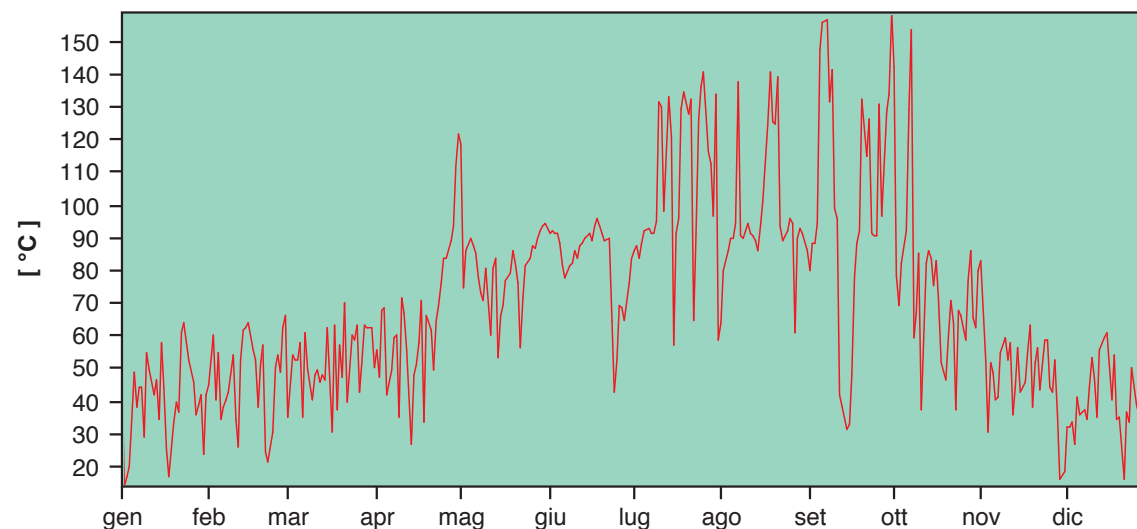
Verificare il rapporto 1:5 tra serpentino e superficie captante: 2,7 m<sup>2</sup> x 5 = 13,5 m<sup>2</sup> = max superficie installabile.

In questo caso si hanno 11 m<sup>2</sup> totali => OK!

# 2 PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO



Radiazione sulla superficie collettore:	16,93 MWh
Energia fornita dai collettori:	6,77 MWh
Energia fornita dal circuito:	5,65 MWh
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	3,62 MWh
Fornitura energia per riscaldamento:	9,73 MWh
Energia impianto solare:	5,63 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	9,15 MWh
<b>Copertura totale:</b>	<b>38,2 %</b>
<b>Rendimento del sistema:</b>	<b>33,4 %</b>



## 2 PRODUZIONE DI A.C.S. E INTEGRAZIONE AL RISCALDAMENTO

Il dimensionamento preliminare, eseguito secondo le regole sopra esposte, va sempre verificato per mezzo di opportuni software per il dimensionamento degli impianti solari termici. La simulazione riportata è stata realizzata per mezzo del programma **T SOL**.

- 1) **Radiazione sulla superficie dei collettori:** quanta energia investe il campo collettori in un anno.
- 2) **Energia fornita dai collettori:** energia utile in uscita dai pannelli.
- 3) **Energia fornita dal circuito:** energia realmente prodotta dall'impianto, al netto delle perdite nel circuito solare.
- 4) **Fornitura di energia per acqua calda sanitaria:** fabbisogno a.c.s. impostato espresso in in Kwh/anno.
- 5) **Fornitura di energia per il riscaldamento:** fabbisogno riscaldamento impostato espresso in in Kwh/anno.
- 6) **Energia impianto solare:** energia fornita dall'impianto solare per il riscaldamento dell'acqua sanitaria e per il riscaldamento.
- 7) **Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:** energia spesa dalla caldaia per tenere l'accumulo in temperatura in mancanza di sole. Tiene conto del rendimento della caldaia.

### **Quota di copertura a.c.s. =**

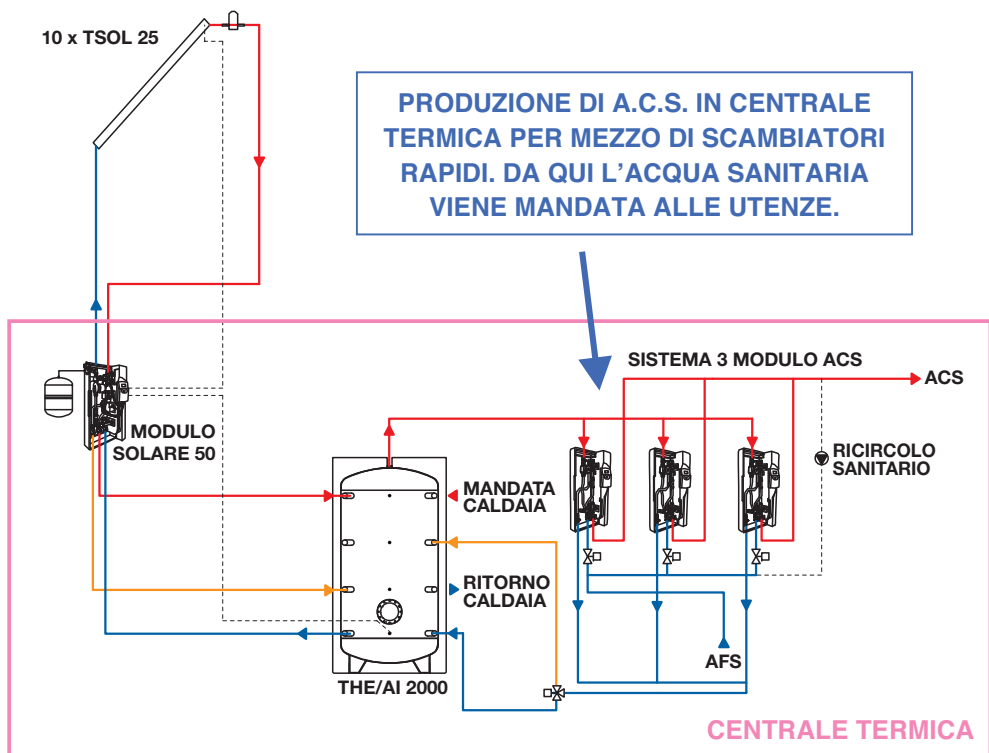
En. Impianto solare / (En. Impianto solare + En. Fornita dal risc. Ausiliario).

### **Rendimento del sistema =**

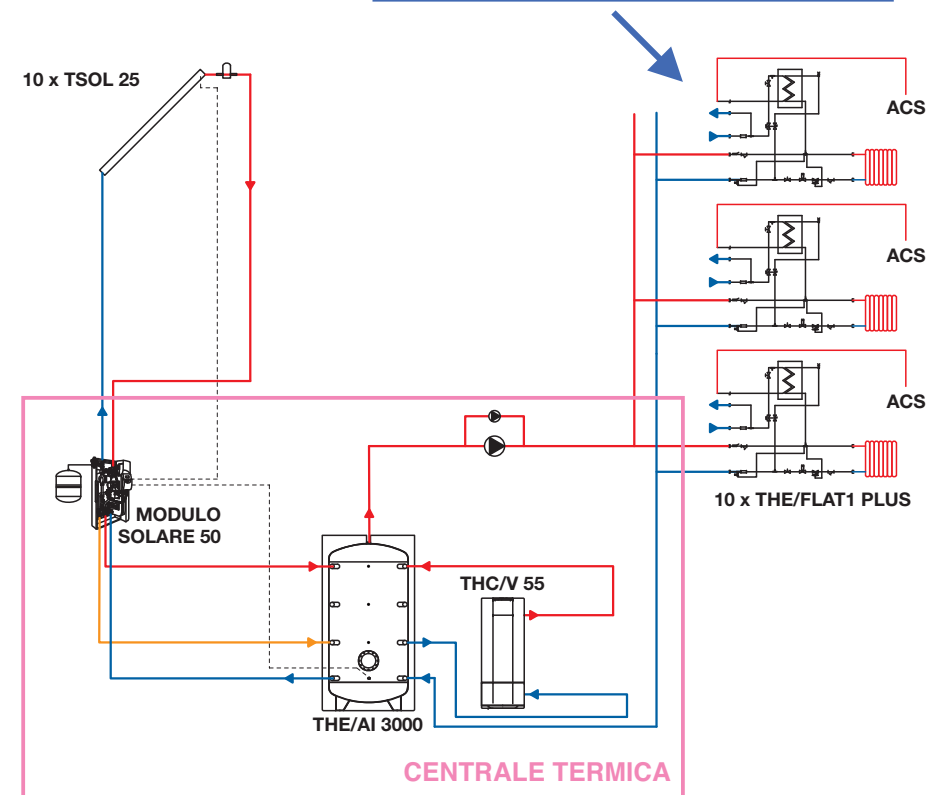
En. fornita dal circuito/Radiazione sulla superficie dei collettori.

## PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

PRODUZIONE DI A.C.S. PER MEZZO DI SOTTOSTAZIONI DIRETTAMENTE NEI SINGOLI APPARTAMENTI



PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S.



PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S.

# 3 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

## IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

- **CENTRALIZZATA**

La produzione di a.c.s. avviene normalmente in centrale termica e viene in seguito distribuita tramite l'impianto idraulico.

- **DECENTRALIZZATA**

La produzione di a.c.s. avviene laddove è necessaria, nell'appartamento o nella zona dove viene utilizzata per mezzo di sottostazioni.

## DIMENSIONAMENTO DI BASE PER IL 50% DI COPERTURA

PASSO 1: Stima del fabbisogno

tra 50 e 100 l per persona, al giorno a 45°C



PASSO 2: Stima della superficie captante

1 mq di collettore ogni 100 litri di fabbisogno



PASSO 3: Stima del volume di accumulo solare

tra 60 e 100 litri ogni mq di superficie esposta



PASSO 4: Stima della contemporaneità dei consumi secondo la norma italiana UNI 9182 (\*)

la stima della contemporaneità permette il dimensionamento del produttore di acqua calda sanitaria (scambiatore rapido o bollitore).

(\*) La norma UNI è attualmente in fase di revisione.

## 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

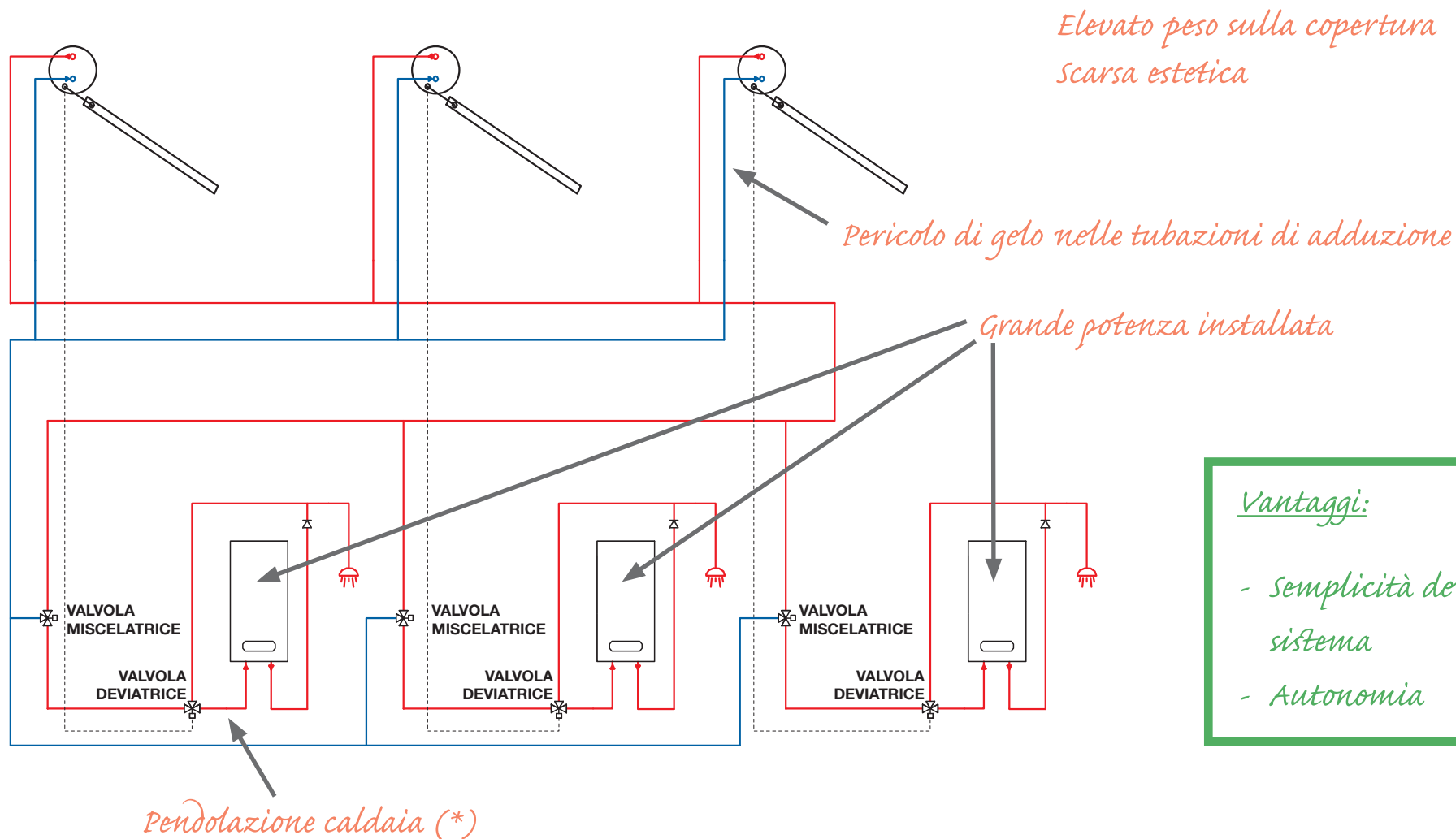
### NOTE IMPORTANTI

- 1) Il fabbisogno e le contemporaneità, come nel caso delle abitazioni monofamiliari, vengono stimati sulla base della norma UNI 9182 che, anche in questo caso, consiglia di mantenere un consumo di 65-70 l/giorno persona a 45°C.
- 2) All'aumentare del numero dei pannelli aumenta il volume di accumulo da dedicare al solare. Nei grandi impianti per la produzione di a.c.s. sono spesso necessari grandi volumi di acqua, solitamente molto maggiori rispetto al fabbisogno giornaliero di a.c.s.. **Per non dover adottare grandi volumi di acqua sanitaria si preferisce utilizzare un accumulo inerziale in cui stoccare il calore** dei pannelli solari e della caldaia. L'acqua contenuta nel puffer viene poi utilizzata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per mezzo di preparatori di acqua calda sanitaria (bollitori o scambiatori rapidi).

È importante perciò **SCEGLIERE LA SOLUZIONE D'IMPIANTO PIÙ ADATTA.**

Verranno illustrate ora diverse tipologie d'impianto per abitazioni plurifamiliari, ognuna con vantaggi e limiti.

## SOLUZIONI PER IMPIANTI CENTRALIZZATI CON SISTEMI SOLARI A CIRCOLAZIONE NATURALE



(\*) La pendolazione non è un problema nel caso in cui la caldaia sia dotata di bollitore o abbia un ampio campo di modulazione.



## 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

### **FUNZIONAMENTO**

- Sistemi a circolazione naturale collegati in parallelo tra loro.

### **VANTAGGI**

- Semplicità del sistema dovuta all'assenza di centraline e circolatori per il circuito solare.
- Autonomia.

### **LIMITI**

- Pendolazione della caldaia dovuta a continue accensioni e spegnimenti causati dall'elevata temperatura d'ingresso dell'acqua sanitaria nello scambiatore sanitario. Il problema non esiste se la caldaia ha un ampio campo di modulazione o se è dotata di bollitore.
- Pericolo di gelo nelle tubazioni di adduzione dell'acqua sanitaria dalla rete.
- Scarico d'acqua in caso di sovratemperature dell'acqua calda sanitaria.
- Scarsa estetica.
- Elevato peso sulla copertura dovuto alla presenza di molti bollitori.
- Essendo presente una caldaia per appartamento non si riesce a contenere la potenza installata.

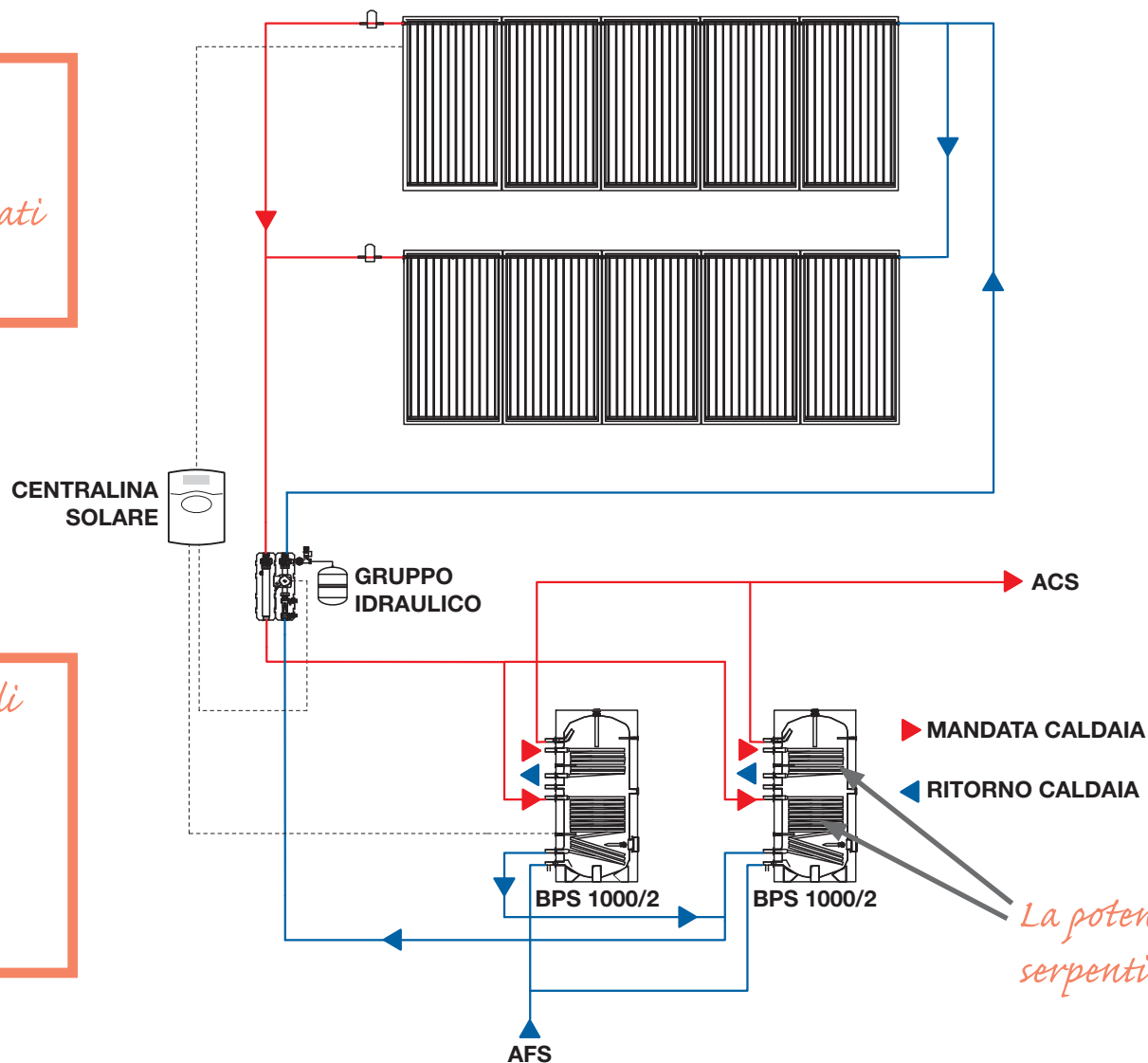
## SOLUZIONI PER IMPIANTI CENTRALIZZATI CON BOLLITORI A DOPPIO SERPENTINO

*Nota: i bollitori sopra i 1000 l sono solitamente teflonati e non vetrificati!*

*Vantaggi:*

- Semplicità del sistema
- Buona risposta ai picchi di consumo

*Grandi volumi di acqua sanitaria su cui eseguire la disinfezione anti-legionella*



*La potenza di scambio dei serpentini è limitata*

## 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

### **FUNZIONAMENTO**

- Sistema a circolazione forzata con più bollitori a doppio serpentino collegati in parallelo tra loro.

### **VANTAGGI**

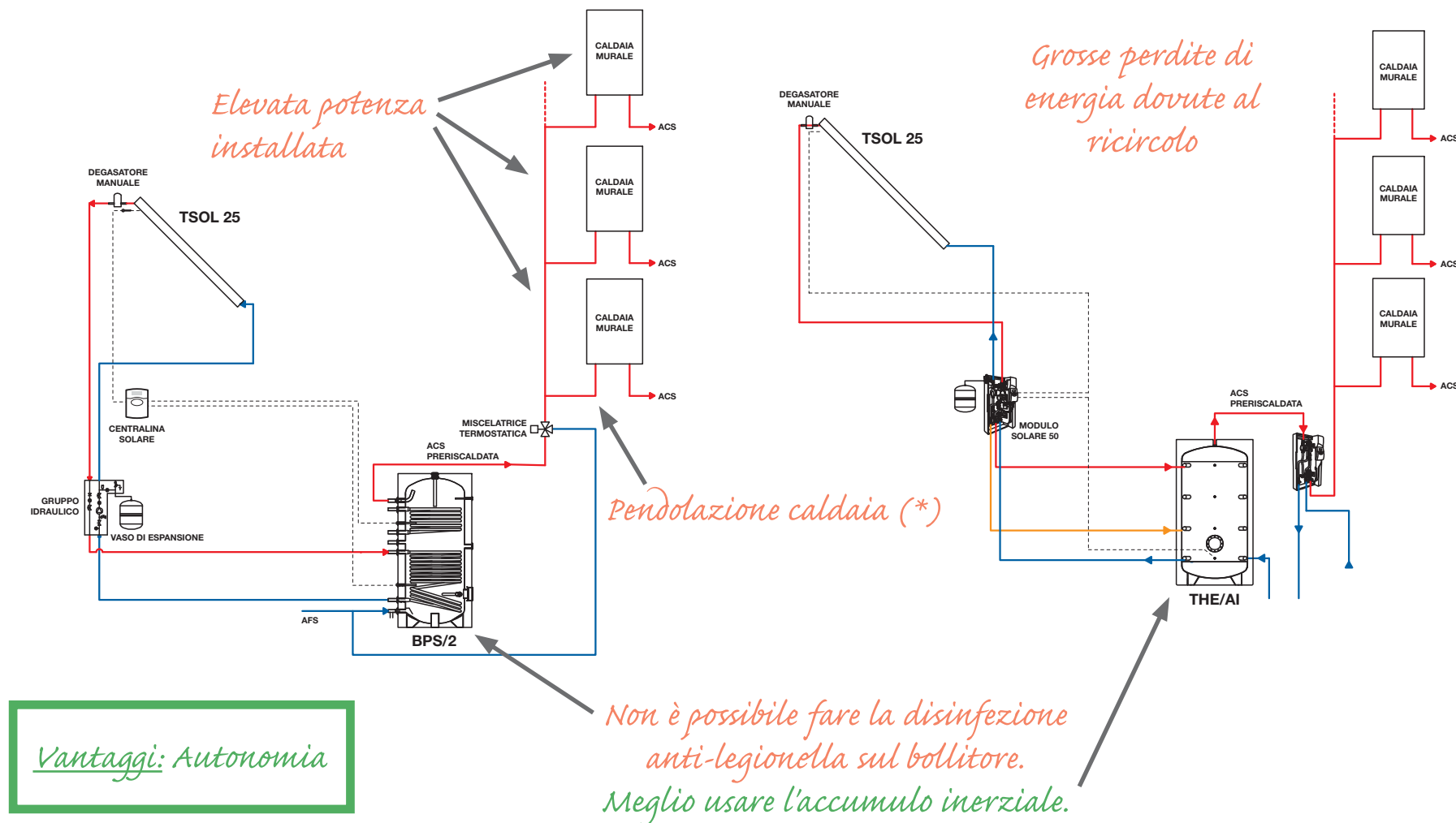
- Questa soluzione permette una risposta rapida alla richiesta di acqua sanitaria anche nei casi in cui il profilo di consumo non sia noto e non si conoscano le ore di punta dei prelievi.

### **LIMITI**

- La scelta del numero dei pannelli è vincolata alla superficie di scambio del serpentino inferiore del bollitore.
- Anche la potenza della caldaia è limitata dalla potenza scambiata dal serpentino superiore del bollitore.
- È necessario il trattamento anti-legionella su tutto il volume di acqua sanitaria.
- I bollitori sopra i 1000 litri, solitamente, non sono vetrificati ma teflonati, con una temperatura massima di esercizio intorno ai 70°C invece di 90°C.

**QUESTO TIPO DI SOLUZIONE NON È ADATTA AD IMPIANTI CON SUPERFICI CAPTANTI SUPERIORI AI 25 m<sup>2</sup>**

## IMPIANTO SOLARE PER PRERISCALDARE L'A.C.S.



(\*) La pendolazione non è un problema nel caso in cui la caldaia sia dotata di bollitore o abbia un ampio campo di modulazione.

## 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

### **FUNZIONAMENTO**

- Sistemi a circolazione forzata in cui l'acqua sanitaria pre-riscaldata viene mandata alle caldaie murali presenti nei singoli appartamenti. L'acqua sanitaria pre-riscaldata dal solare può essere accumulata in un bollitore oppure in un accumulo inerziale. In questo secondo caso è necessario interporre tra accumulo e caldaie un preparatore istantaneo di acqua calda sanitaria.

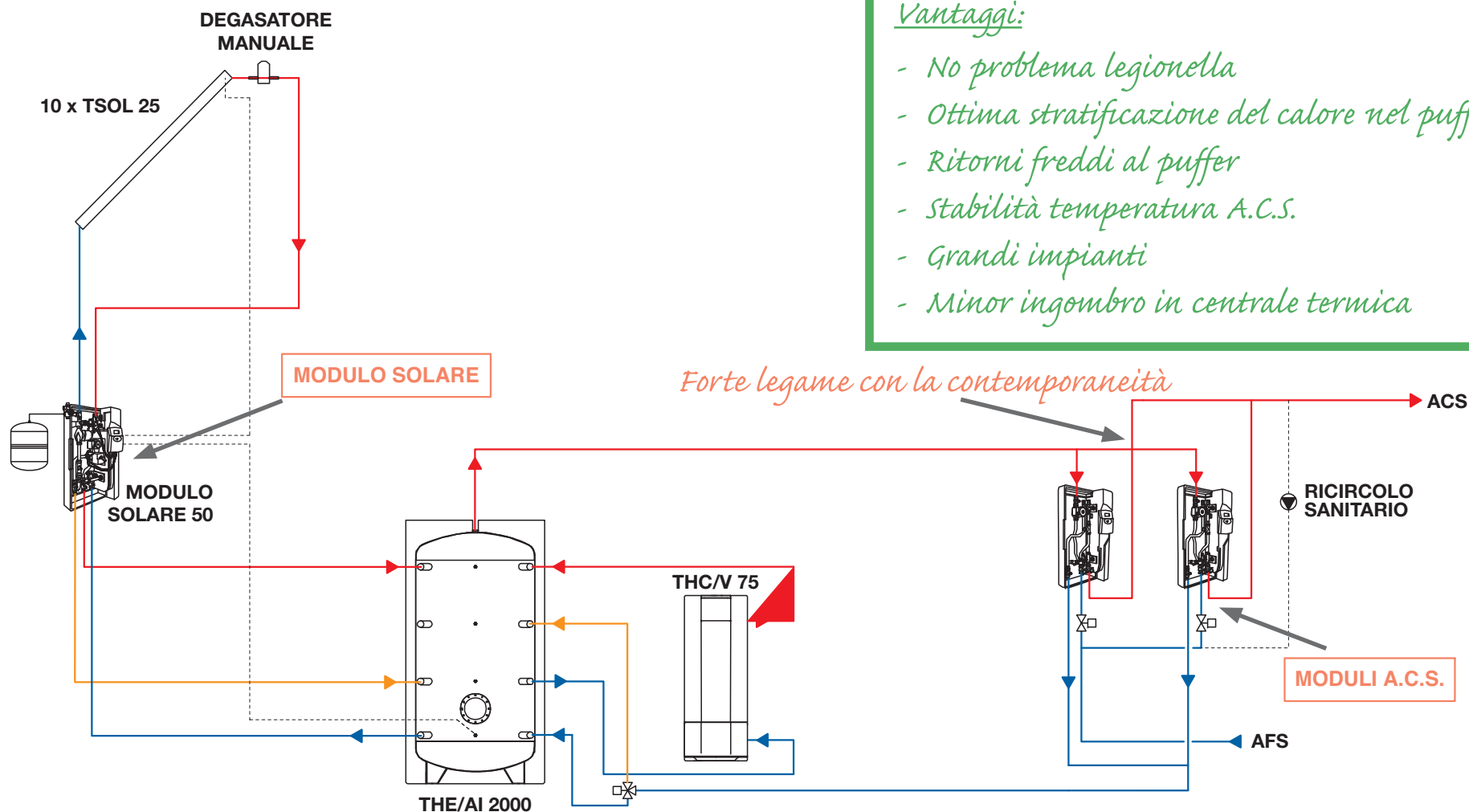
### **VANTAGGI**

- Autonomia.

### **LIMITI**

- Nel caso in cui si utilizzi il bollitore a doppio serpentino, la scelta del numero dei pannelli è vincolata alla superficie di scambio del serpentino inferiore del bollitore.
- Non c'è la possibilità di eseguire la disinfezione anti-legionella nel bollitore in centrale termica. Il problema può essere risolto utilizzando un accumulo inerziale con un preparatore istantaneo di acqua sanitaria.
- Pendolazione della caldaia.
- Grandi perdite di energia dovute al ricircolo.

## PRODUZIONE DI A.C.S. CON ACCUMULO INERZIALE E SCAMBIATORI ISTANTANEI



### Vantaggi:

- No problema legionella
- Ottima stratificazione del calore nel puffer
- Ritorni freddi al puffer
- Stabilità temperatura A.C.S.
- Grandi impianti
- Minor ingombro in centrale termica

*Forte legame con la contemporaneità*

• IL PUFFER È DIMENSIONATO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE CAPTANTE (min 60 l/m<sup>2</sup>).

• GLI SCAMBIATORI ISTANTANEI VENGONO DIMENSIONATI SULLA BASE DELLA MASSIMA CONTEMPORANEITÀ DEI PRELIEVI STIMATA SULLA BASE DELLA UNI 9182.

## 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

### **FUNZIONAMENTO**

- Sistemi a circolazione forzata in cui il calore prodotto dai pannelli viene stoccato in un accumulo inerziale dedicato al solare (e alla caldaia per l'integrazione). L'acqua impianto così riscaldata viene utilizzata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per mezzo di opportuni preparatori istantanei di a.c.s..

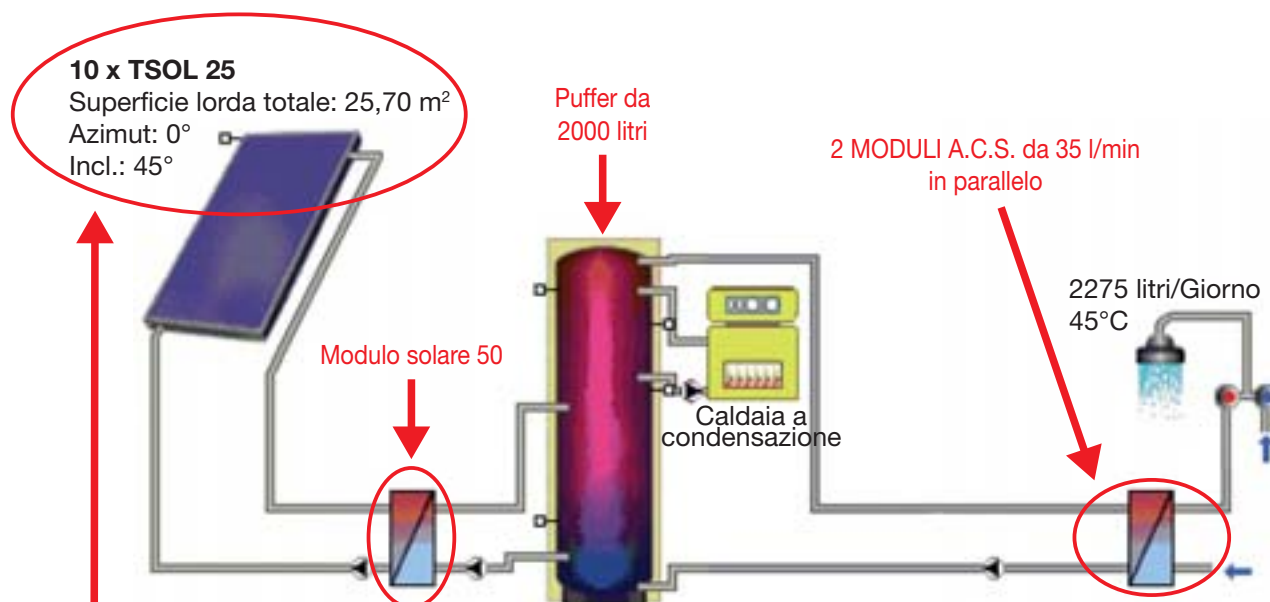
### **VANTAGGI**

- Non è necessaria alcuna disinfezione anti-legionella.
- L'accumulo inerziale permette una buona stratificazione del calore.
- I moduli a.c.s. permettono di avere ritorni freddi all'accumulo inerziale con conseguente vantaggio per la caldaia a condensazione e per il solare.
- Stabilità nella temperatura di utilizzo dell'a.c.s..
- Possibilità di realizzare grandi impianti.
- Minor ingombro in centrale termica.

### **LIMITI**

- Forte legame con la contemporaneità.

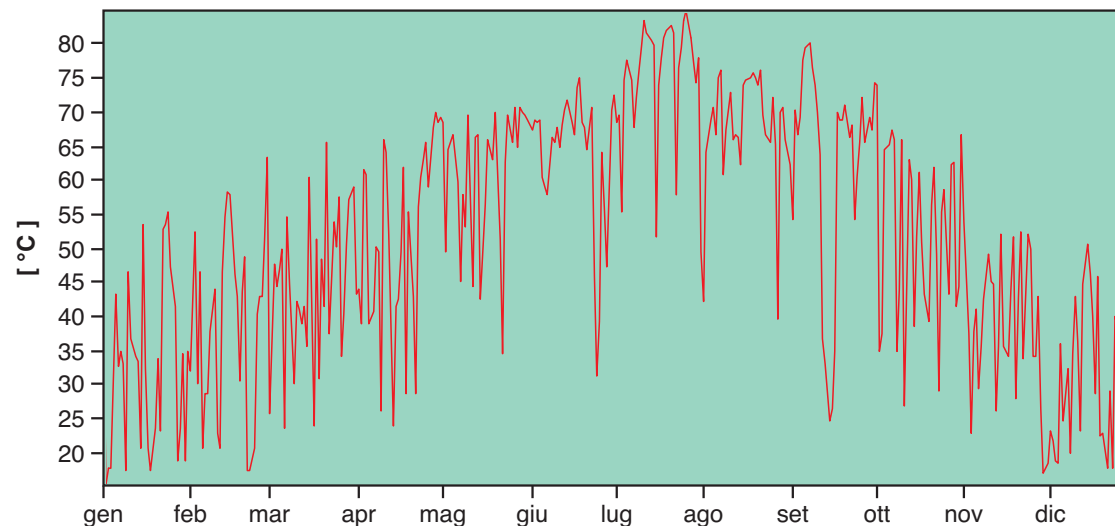
# 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI



10 pannelli = 22 m<sup>2</sup> netti  
Orientamento: sud  
Inclinazione: 45°  
Località: Firenze

Radiazione sulla superficie collettore:	36,25 MWh
Energia fornita dai collettori:	21,01 MWh
Energia fornita dal circuito:	20,24 MWh
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	33,85 MWh
Fornitura energia per riscaldamento:	0 MWh
Energia impianto solare:	20,24 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	14,84 MWh
<b>Copertura totale:</b>	<b>57,7 %</b>
<b>Rendimento del sistema:</b>	<b>55,8 %</b>

Temperatura massima giornaliera nel collettore





# 3a PRODUZIONE CENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

## Esempio d'impianto per la produzione di a.c.s. in 10 unità abitative

Supponiamo si voglia dimensionare un impianto solare per la sola **produzione di a.c.s. per un condominio con 10 appartamenti** di media dimensione, alcuni con 1 bagno altri con 2.

### 1) Stima dei fabbisogni

Supponiamo si tratti di appartamenti da 3 o 4 persone.

10 appartamenti x 3,5 persone/appartamento x 65 l/giorno persona = 2275 l/giorno a 45°C.

### 2) Stima superficie captante

1 m<sup>2</sup> ogni 100 litri di fabbisogno => 2275:100 = 22,75 m<sup>2</sup>.

Sono necessari circa 10 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> l'uno.

### 3) Stima dell'accumulo inerziale

- Prima verifica: capacità dell'accumulo

60 l/m<sup>2</sup> => con 10 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> sono necessari (10 x 2,2 x 60) l = 1320 l => 1500 l.

### **SCEGLIERE SEMPRE LA TAGLIA DI ACCUMULO INERZIALE SUPERIORE, MAI QUELLA INFERIORE!**

- Seconda verifica: serpentino del bollitore

L'accumulo inerziale da 1500 litri ha un serpentino da 3,2 m<sup>2</sup> => VERIFICA: sup. serpentino: sup. captante = 1:5 => 3,2 x 5 = 16 m<sup>2</sup> = max superficie captante installabile, corrispondente a circa 7 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> l'uno.

=> VERIFICA NON SODDISFATTA! => scegliere l'accumulo di taglia superiore o un accumulo senza serpentino con scambiatore esterno a piastre.

### 4) Stima delle contemporaneità

La norma italiana UNI 9182 fornisce, per 10 unità abitative, un **fattore di contemporaneità** del 47%.

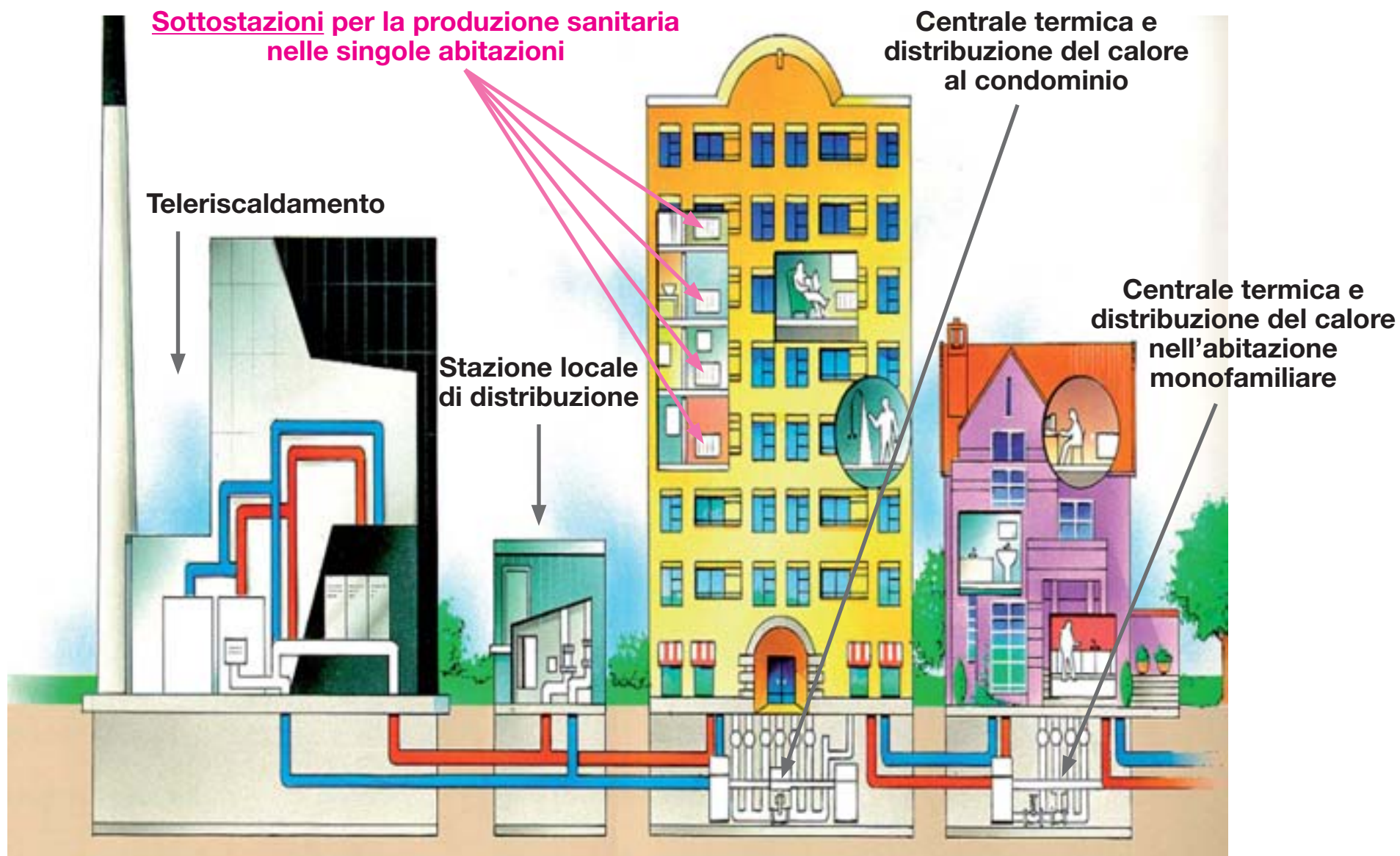
Se si hanno 1,5 bagni per 10 appartamenti si suppone ci siano un totale di 15 docce.

Ogni doccia eroghi una portata di 9 l/min. Se tutte le 15 docce fossero aperte contemporaneamente, sarebbero necessari (9x15) l/min = 135 l/min = 100% di contemporaneità.

Considerando però una contemporaneità del 47%, la portata massima da erogare si riduce a 135 l/min x 0,47 = 63,45 l/min.

**Sono quindi necessari due preparatori istantanei da 35 l/min!**

# 3b PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI



## 3b PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

### PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S.

- Le sottostazioni permettono di distribuire localmente l'acqua calda proveniente dalla centrale termica (dall'accumulo) al fine di produrre in maniera decentralizzata sia l'acqua sanitaria che il riscaldamento.
- **Dall'accumulo viene prelevata l'acqua sia per la produzione del sanitario che del riscaldamento.** Nel caso di impianto solare per la produzione centralizzata di a.c.s., dall'accumulo veniva prelevata solo l'acqua per la produzione del sanitario mentre il riscaldamento veniva fatto direttamente con la caldaia. In questo caso la caldaia lavora solo sul puffer.
- Dal momento che tutto il calore viene preso dall'accumulo è, in questo caso, necessario sovradimensionare quest'ultimo rispetto ai casi visti in precedenza. Il volume totale dell'accumulo può essere pensato come la somma di due volumi:
  - 1) un volume dedicato al solare che, come si è visto, dev'essere pari a 60-100 l/m<sup>2</sup>. Questo deve servire alla produzione dell'a.c.s.
  - 2) un volume di acqua da dedicare alla caldaia per poter soddisfare l'impianto di riscaldamento.
- L'utilizzo delle sottostazioni permette di semplificare molto l'impianto e di ridurre le perdite di energia dovute al ricircolo.

## DIMENSIONAMENTO DI BASE PER IL 50% DI COPERTURA A.C.S.

PASSO 1: Stima del fabbisogno di a.c.s. in l/giorno

tra 50 e 100 l per persona, al giorno e a 45°C



PASSO 2: Stima della superficie captante

1 mq di collettore ogni 100 litri di fabbisogno



PASSO 3: Stima del volume di accumulo

tra 60 e 100 litri ogni mq di superficie esposta + 500 ÷ 800 l



PASSO 4: Stima della potenza totale della caldaia (per a.c.s. e riscaldamento)

RISULTATO DEL DIMENSIONAMENTO:  
1 pannello da 2,5 mq per unità abitativa

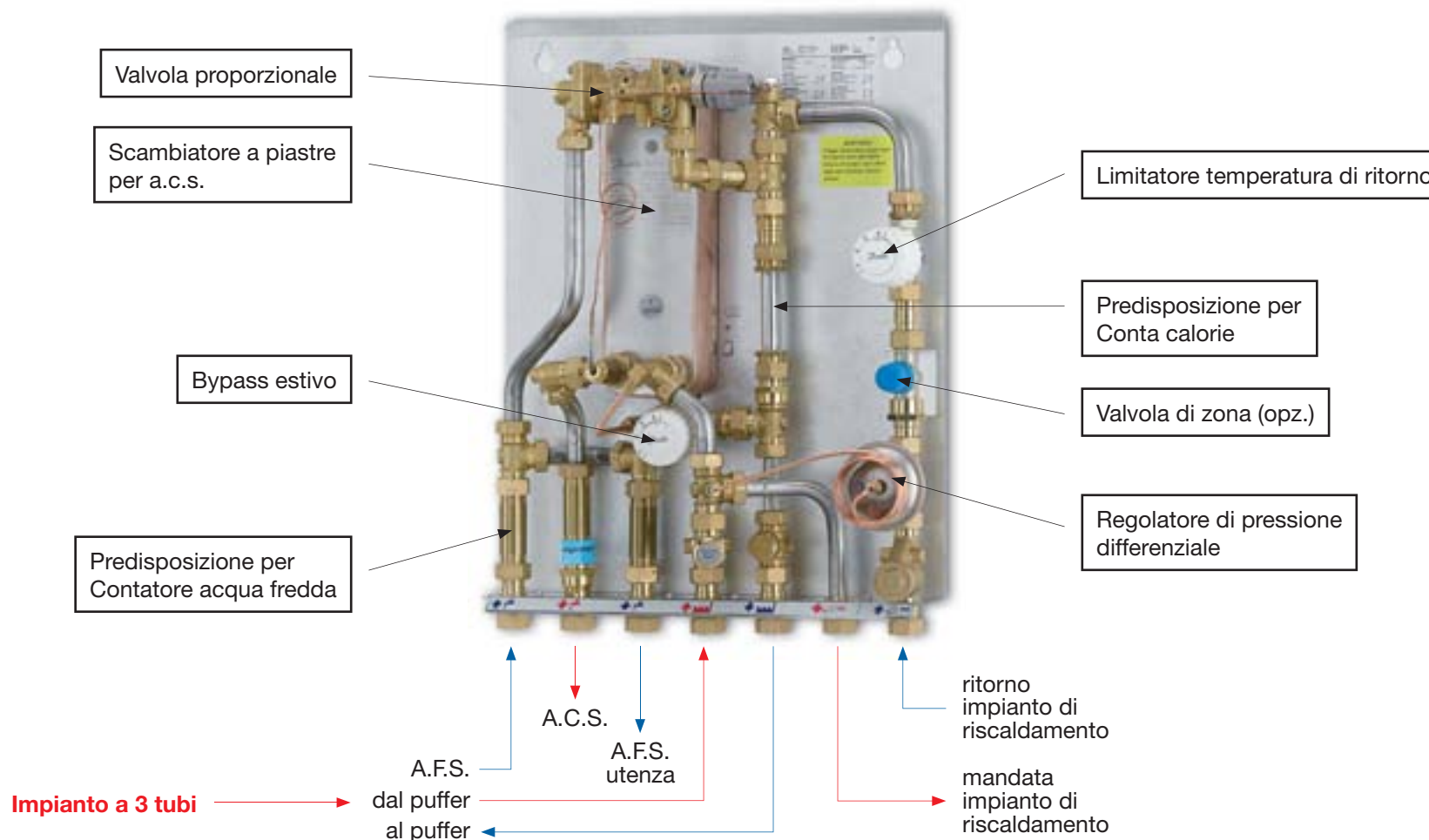
## 3b PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

### NOTE IMPORTANTI

- 1) Il fabbisogno per l'a.c.s. deve essere stimato sulla base della norma UNI TS 11300/2.
- 2) Questo tipo di soluzione andrebbe preferibilmente usata negli edifici di nuova costruzione, a basso consumo energetico.
- 3) Il fatto di avere un volano termico a completa disposizione della caldaia consente di contenere la potenza di quest'ultima.
- 4) Il dimensionamento di questo tipo di impianto è uguale ai casi precedenti. L'unica differenza consiste nel dimensionare in maniera più abbondante l'accumulo inerziale.

## LE SOTTOSTAZIONI



**A.C.S. + RISCALDAMENTO A.T. : 7 ATTACCHI**

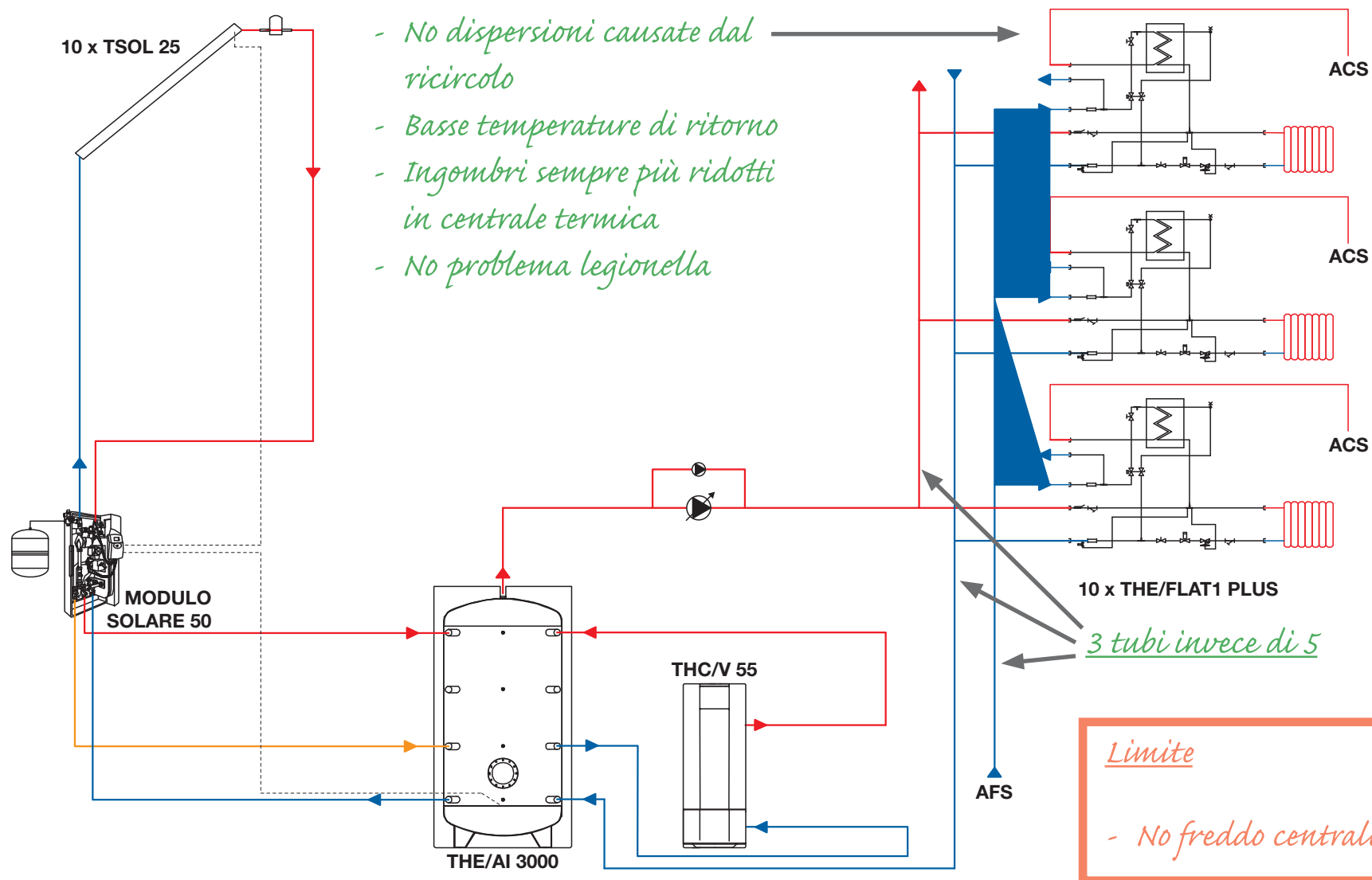
## 3b PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

### LE SOTTOSTAZIONI

La sottostazione per la produzione di a.c.s. e riscaldamento ad alta e/o bassa temperatura è composta dai seguenti elementi:

- **7 attacchi** (a.c.s. + risc AT o BT): mandata e ritorno puffer, mandata e ritorno impianto di riscaldamento, entrata acqua fredda sanitaria, uscita acqua fredda sanitaria, uscita acqua calda sanitaria.
- **9 attacchi** (a.c.s. + risc. AT + risc BT): mandata e ritorno puffer, mandata e ritorno impianto AT, mandata e ritorno impianto a BT, entrata acqua fredda sanitaria, uscita acqua fredda sanitaria, uscita acqua calda sanitaria.
- Scambiatore di calore a piastre di grandi dimensioni per la produzione dell'acqua calda sanitaria con garanzia di ritorni freddi al puffer.
- Un limitatore della temperatura di ritorno dell'impianto di riscaldamento per garantire ritorni freddi al puffer.
- Un by-pass estivo che garantisce, durante l'estate, una portata di circa 6 l/h per tenere le colonne di adduzione del calore in temperatura.
- La sottostazione utilizzata per il riscaldamento a bassa temperatura è dotata di valvola miscelatrice e pompa di rilancio.
- Predisposizione per l'installazione di un contabilizzatore di energia.

## PRODUZIONE DI A.C.S. CON ACCUMULO INERZIALE E SOTTOSTAZIONI





## 3b PRODUZIONE DECENTRALIZZATA DI A.C.S. NELLE ABITAZIONI PLURIFAMILIARI

---

### VANTAGGI DELLE SOTTOSTAZIONI

- Maggiore efficienza del sistema durante l'inverno perché non ci sono perdite di energia causate dall'acqua calda che circola nei tubi (non esiste il ricircolo).
- Basse temperature di ritorno (25°C - 35°C) che garantiscono un'alta efficienza dell'impianto solare e della caldaia a condensazione.
- Non ci sono problemi di acqua sanitaria stagnante e quindi di legionella.
- Impianto più semplice con 3 tubazioni (mandata impianto, ritorno impianto, alimentazione acqua fredda sanitaria) invece di 5 (scompaiono i tubi di a.c.s. e ricircolo).
- Ingombri ridotti e semplicità di installazione.
- Acqua calda sanitaria a temperatura fissa.

**I limiti di questa soluzione sono legati all'impossibilità di gestire insieme il caldo ed il freddo centralizzati.**

## PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE

PASSO 1: Stima del fabbisogno

solitamente 100 l per persona al giorno e a 45°C



PASSO 2: Stima della superficie captante

1 mq di collettore ogni 100 litri di fabbisogno



PASSO 3: Stima del volume di accumulo solare

tra 60 e 100 litri ogni mq di superficie esposta



PASSO 4: Stima della contemporaneità dei consumi sulla base del tipo di struttura (ospedale, centro sportivo, ecc...)

la stima della contemporaneità permette il dimensionamento del produttore di acqua calda sanitaria (scambiatore rapido o bollitore)

## 4 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE

### NOTE IMPORTANTI

- 1) La stima del **fabbisogno** dev'essere fatta, in questo caso, basandosi sui dati forniti dal progettista o su alcune stime che si trovano in letteratura, relative ai diversi tipi di struttura.
- 2) Non esistono tabelle che raccolgono i coefficienti di **contemporaneità** per le strutture ricettive. Il cliente dovrebbe però fornire il profilo di consumo in base al tipo di struttura.

*Esempio: centro sportivo con 20 docce con cicli di 20 persone ogni ora, dalle 10:00 alle 22:00. Utilizzo per 11 mesi all'anno.*

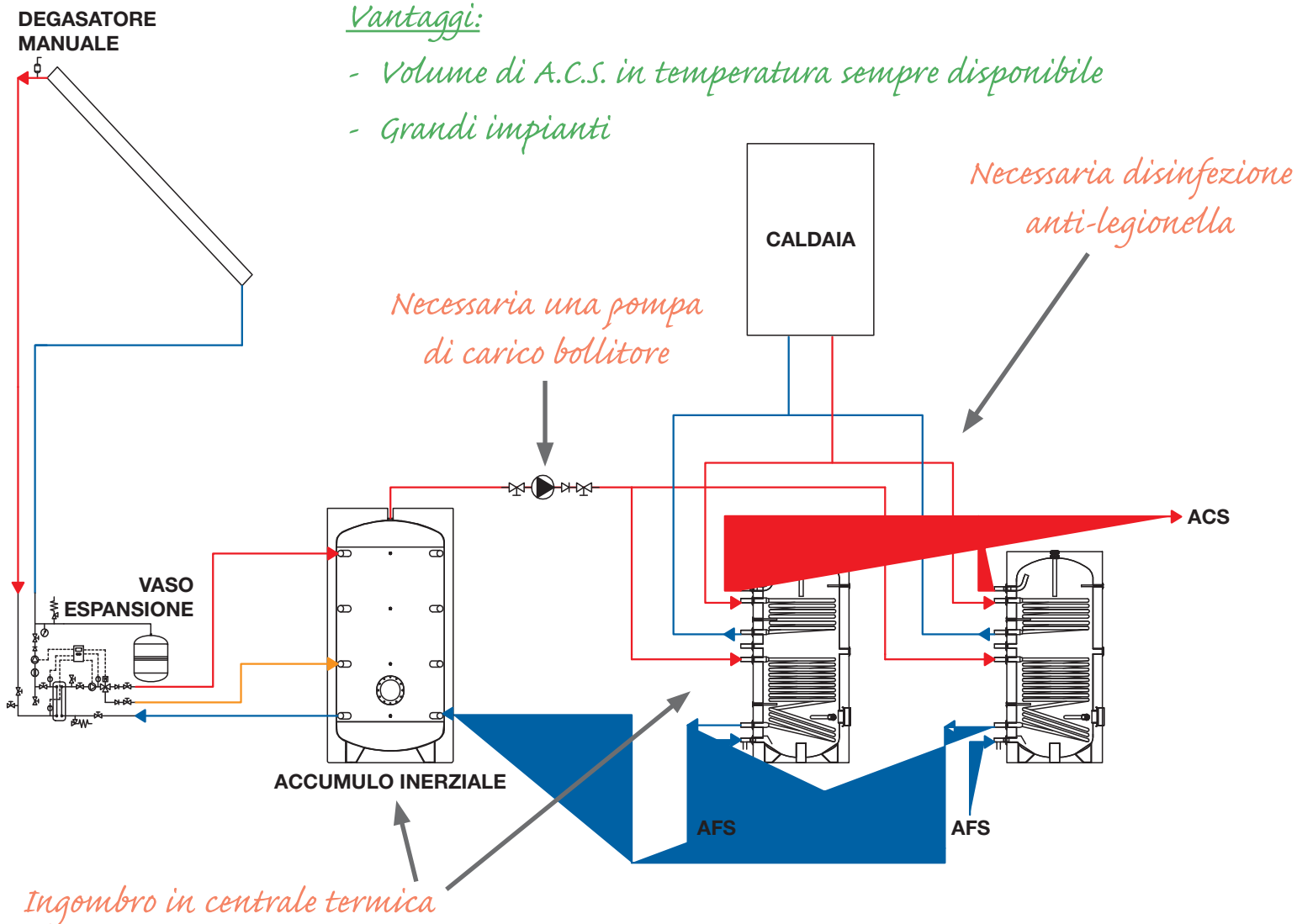
- 3) È importante conoscere il **profilo di consumo** anche per valutare il tipo di installazione dei pannelli e la fattibilità dell'impianto.

*Esempio: per un albergo ad uso solamente estivo (Maggio-Settembre) i pannelli dovrebbero essere installati con basse inclinazioni ( $15^\circ \div 20^\circ$ ), per poter sfruttare al meglio la radiazione estiva trascurando quella invernale.*

- 4) Come nei casi precedenti, **il volume di accumulo dev'essere stimato dai m<sup>2</sup> di superficie captante**. Il produttore di a.c.s. deve essere invece dimensionato sulla base del profilo di consumo.

È importante **SCEGLIERE LA SOLUZIONE D'IMPIANTO PIÙ ADATTA.**

## PRODUZIONE DI A.C.S. CON ACCUMULO INERZIALE E BOLLITORE



# 4 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE

---

## **FUNZIONAMENTO**

- Sistemi a circolazione forzata in cui il calore prodotto dai pannelli viene stoccato in un accumulo inerziale dedicato al solare (e alla caldaia per l'integrazione). L'acqua impianto così riscaldata viene utilizzata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria contenuta in uno o più bollitori a doppio serpentino.

## **VANTAGGI**

- È sempre disponibile un volume di a.c.s. in temperatura. Adatto in strutture con consumi notevoli e concentrati in periodi ben precisi della giornata.
- Possibilità di realizzare grandi impianti.

## **LIMITI**

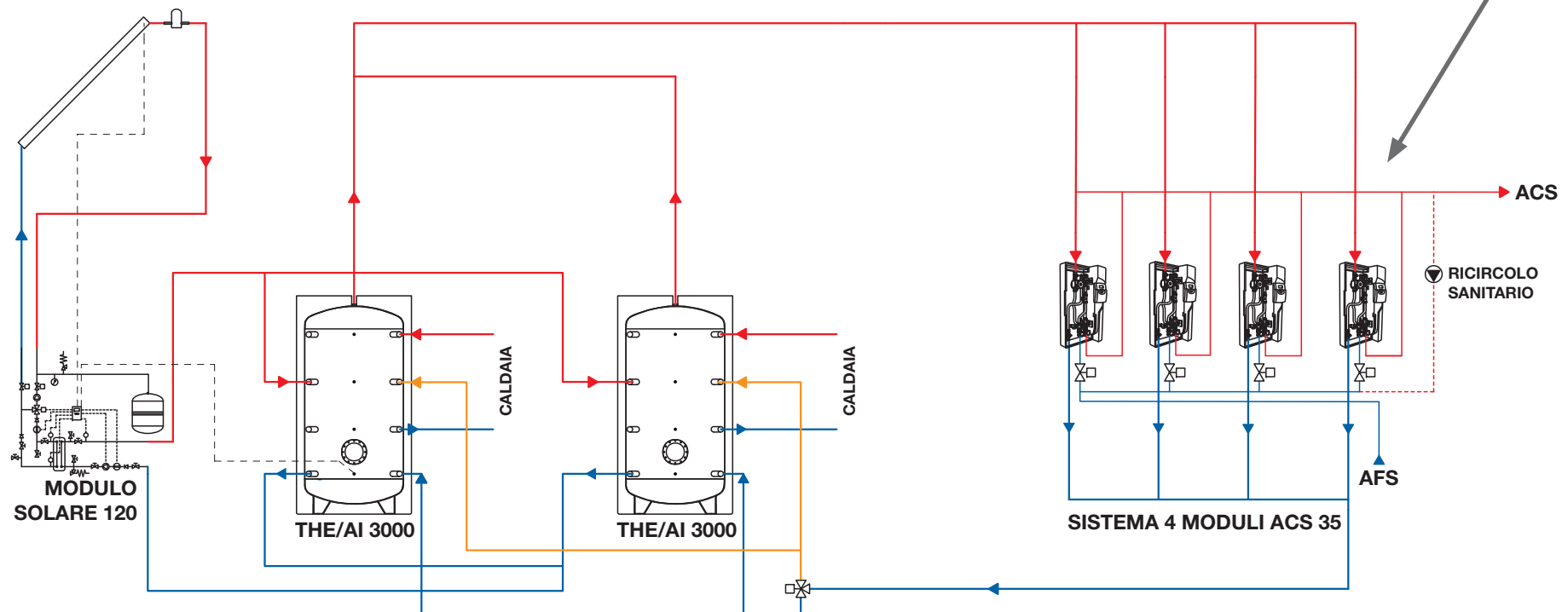
- Necessaria la disinfezione anti-legionella sull'intero volume di acqua sanitaria.
- Notevole ingombro in centrale termica.
- È necessaria una pompa di carico bollitore per far circolare l'acqua dell'accumulo inerziale nei serpentini del/dei bollitore/i.

## PRODUZIONE DI A.C.S. CON ACCUMULO INERZIALE E PREPARATORI ISTANTANEI DI A.C.S.

### Vantaggi:

- No legionella
- Ritorni freddi all'accumulo
- Minor ingombro in centrale termica

*Forte legame con la temporaneità*



# 4 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE

---

## **FUNZIONAMENTO**

- Sistemi a circolazione forzata in cui il calore prodotto dai pannelli viene stoccato in un accumulo inerziale dedicato al solare (e alla caldaia per l'integrazione). L'acqua impianto così riscaldata viene utilizzata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per mezzo di opportuni preparatori istantanei di a.c.s..

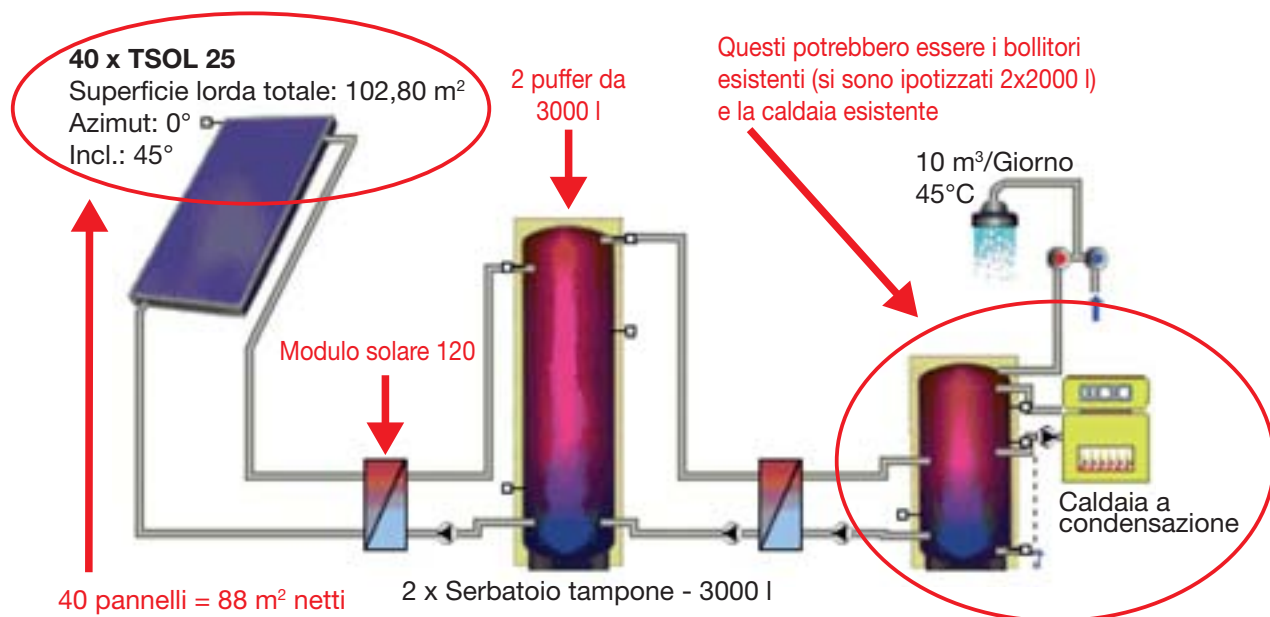
## **VANTAGGI**

- Non esiste il problema della legionella dal momento che non ci sono accumuli di acqua sanitaria.
- Minor ingombro in centrale termica.
- Possibilità di realizzare grandi impianti.
- I moduli a.c.s. permettono di avere ritorni freddi all'accumulo inerziale con conseguente vantaggio per la caldaia a condensazione e per il solare.
- Stabilità nella temperatura di utilizzo dell'a.c.s..

## **LIMITI**

- Forte legame con la contemporaneità dei consumi.

# 4 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE



40 pannelli = 88 m<sup>2</sup> netti  
 Orientamento: sud  
 Inclinazione: 45°  
 Località: Firenze

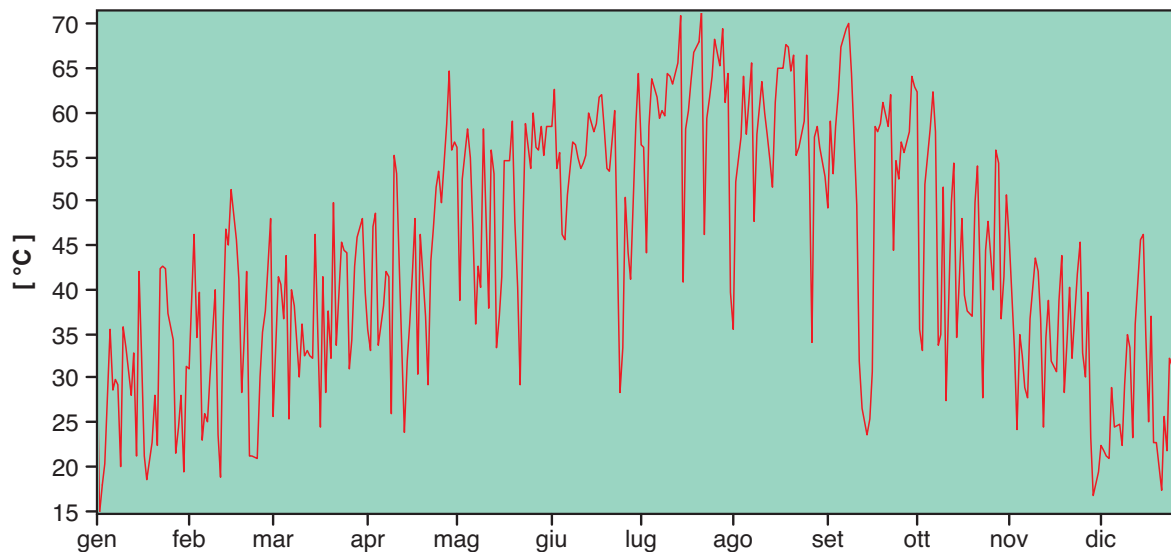
Radiazione sulla superficie collettore:	144,98 MWh
Energia fornita dai collettori:	85,08 MWh
Energia fornita dal circuito:	82,75 MWh

Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	148,73 MWh
Energia impianto solare per acqua calda sanitaria:	81,19 MWh
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	69,71 MWh

**Quota di copertura A.C.S.:** 53,8 %

**Rendimento del sistema:** 56,0 %

Temperatura massima giornaliera nel collettore





# 4 PRODUZIONE DI A.C.S. NELLE STRUTTURE RICETTIVE

## Esempio d'impianto per la produzione di a.c.s. in un ospedale (dimensionamento per il 50% di copertura)

Supponiamo si voglia dimensionare un impianto solare per la sola **produzione di a.c.s. per un ospedale da 100 posti letto**.

1) Stima del fabbisogno

Si stimano solitamente **100 l/giorno per posto letto**.

Consumo giornaliero totale:  $100 \times 100 = 10.000$  l/giorno a 45°C.

2) Stima superficie captante

1 m<sup>2</sup> ogni 100 litri di fabbisogno =>  $10.000:100 = 100$  m<sup>2</sup>.

Sono necessari circa 40 - 45 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> l'uno (2,5 m<sup>2</sup> lordi) ---> si scelgono **40 pannelli**.

3) Stima dell'accumulo inerziale

- Prima verifica: capacità dell'accumulo

60 l/m<sup>2</sup> => con 40 pannelli da 2,2 m<sup>2</sup> sono necessari  $(40 \times 2,2 \times 60) l = 5280 l$  => **SI SCELGONO 2 ACCUMULI DA 3000 l.**

**SCEGLIERE SEMPRE LA TAGLIA DI BOLLITORE SUPERIORE, MAI QUELLA INFERIORE!**

- Seconda verifica: serpentino del bollitore

L'accumulo inerziale da 3000 litri è senza serpentino. Scegliere quindi uno scambiatore di calore esterno adeguato alla superficie captante. In questo caso si sceglie lo scambiatore fino a 120 m<sup>2</sup> di pannelli.

4) Stima delle contemporaneità

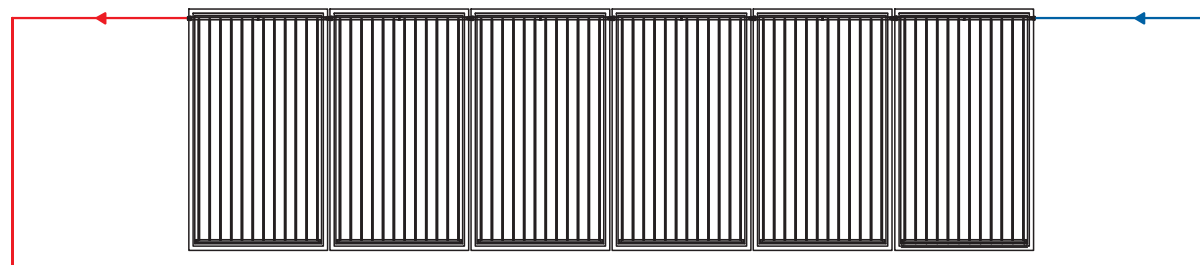
Non esistono norme che permettano di stimare le contemporaneità di un'ospedale. Ci si deve basare su dati forniti dall'esperienza. Si verifica, per esempio, la capacità dei bollitori esistenti e la potenza della caldaia esistente e si mantengono gli stessi valori.

# INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI

# INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI



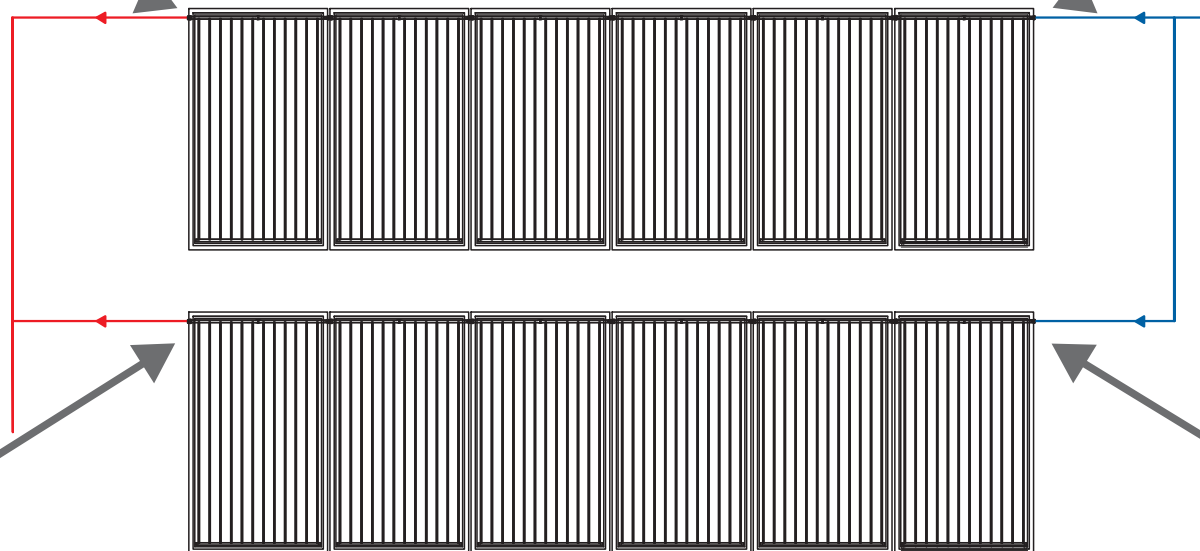
## PANNELLI IN SERIE (MAX 6)



ULTIMA FILA DA CUI  
ESCE L'ACQUA

PRIMA FILA IN CUI  
ENTRA L'ACQUA

## OLTRE I 6 PANNELLI METTERE LE SERIE IN PARALLELO COLLEGATE COL RITORNO INVERSO



PRIMA FILA DA CUI  
ESCE L'ACQUA

ULTIMA FILA IN CUI  
ENTRA L'ACQUA

# INSTALLAZIONE PANNELLI SERIE O PARALLELO

---

## SERIE

- L'installazione dei pannelli in serie è più semplice.
- La perdita di carico si somma sulla serie di pannelli: non superare i 6 pannelli in serie.

## PARALLELO

- **Realizzazione dei grandi impianti.**

Quando si devono realizzare grandi impianti è necessario dividere il campo collettori in un certo numero di serie (possibilmente composte dallo stesso numero di pannelli) che poi devono essere collegate tra loro in parallelo.

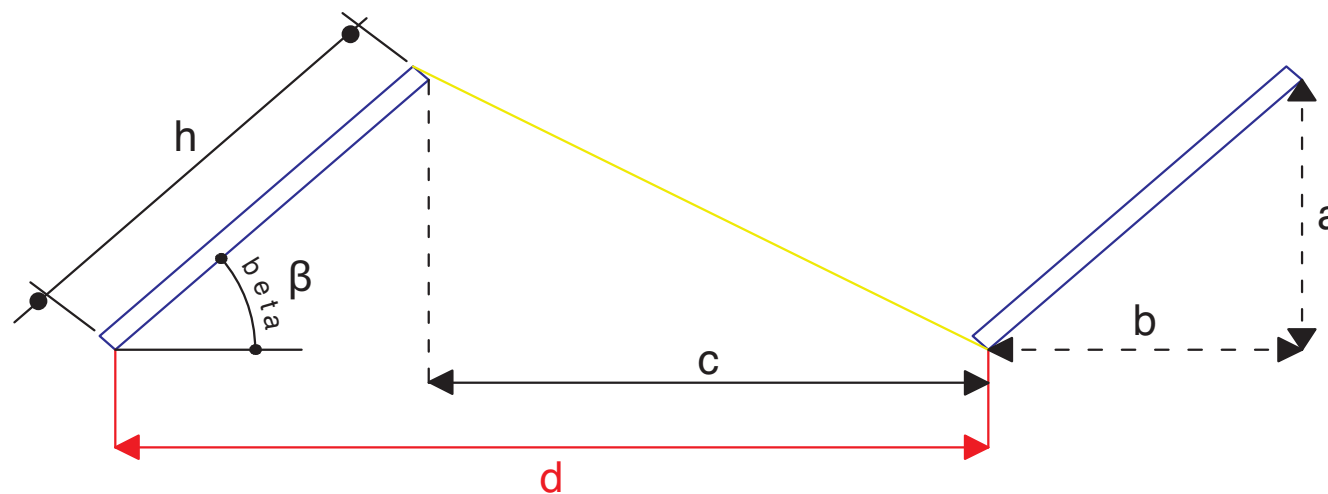
- **Bilanciare il circuito con ritorno inverso.**

Quando si mettono più file di pannelli in parallelo è necessario bilanciare il circuito dal punto di vista idraulico, in modo da non favorire una fila piuttosto che un'altra. Si consiglia il collegamento con ritorno inverso (illustrato nella figura).

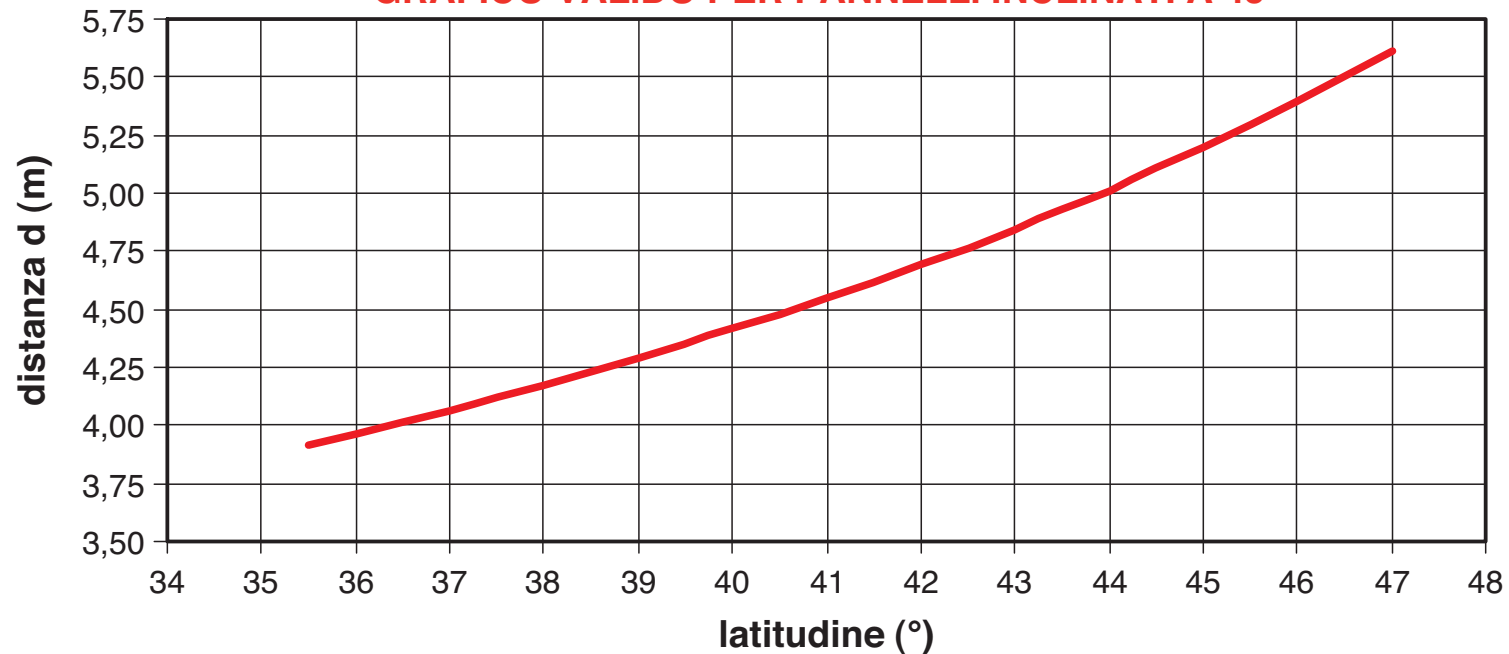
- **Se le file sono composte da un uguale numero di pannelli, ogni fila deve essere attraversata dalla stessa portata.**

Se le file dovessero essere composte da un diverso numero di pannelli è necessario installare, all'ingresso di ogni fila, un regolatore di portata per garantire la portata consigliata per m<sup>2</sup> di collettore.

# SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SU TETTO PIANO



**GRAFICO VALIDO PER PANNELLI INCLINATI A 45°**



# SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SU TETTO PIANO

## CALCOLO DELLO SPAZIO DA LASCIARE TRA LE FILE DI PANNELLI

Quando i pannelli solari vengono installati su una superficie piana è necessario tenere conto dello spazio da lasciare tra una fila e l'altra affinché i pannelli non si ombreggino tra loro.

Il calcolo può essere eseguito per mezzo di un semplice conto trigonometrico che tiene conto della latitudine del luogo, dell'inclinazione del pannello e dell'inclinazione media dei raggi solari durante l'anno:

$$d = b + c$$

con

$$c = a / \operatorname{tg} ( 90^\circ - \text{latitudine} - 23,5^\circ )$$

$$b = h \times \cos(\beta)$$

# SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SU TETTO INCLINATO

## SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SU TETTO INCLINATO

Numero collettori	<b>COLLETTORI VERTICALI</b>	<b>COLLETTORI ORIZZONTALI</b>
	Lunghezza complessiva	
2	252 cm	420 cm
3	378 cm	630 cm
4	504 cm	840 cm
5	630 cm	1050 cm
6	756 cm	1260 cm



# SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SU TETTO INCLINATO

---

## INSTALLAZIONE SU TETTO INCLINATO

Nel caso di installazione su tetto inclinato non sono necessari troppi accorgimenti dal momento che le varie file di pannelli non si ombreggiano tra loro.

Le uniche verifiche da fare sono:

- Verifica strutturale/peso dei pannelli.
- Inclinazione della falda (\*).
- Orientamento della falda.

### **NOTA (\*):**

È importante valutare l'inclinazione della falda per poterne verificare l'adeguatezza: nel caso in cui si debba fare l'integrazione al riscaldamento, si è visto, l'inclinazione ottimale dei pannelli è di circa 60°. Difficilmente si trovano tetti con questa inclinazione per cui potrebbe essere necessario, in determinate circostanze, inclinare ulteriormente i pannelli rispetto alla falda.

## INSTALLAZIONE A INCASSO NEL TETTO



**È necessario scoprire la superficie del tetto in corrispondenza del collettore**  
**Larghezza: circa 1,25 m per collettore + 1,5 m.**  
**Altezza: circa 3 m per montaggio in una serie.**

# SPAZI NECESSARI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI A INCASSO

---

## NOTE SULL'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI AD INCASSO

- Il pannello ad incasso è dotato di una cassa in legno. Per questo motivo può essere installato solamente in tetti in legno o comunque ventilati. Installazioni diverse da quelle appena citate possono causare il deterioramento della cassa in legno a causa dell'umidità.
- Per questo tipo di installazione è necessario più spazio rispetto al caso in cui i pannelli vengano installati sopra la copertura del tetto. È necessaria una verifica preliminare sullo spazio disponibile.
- L'installazione dei pannelli ad incasso non consente il montaggio del degasatore manuale. È quindi necessario riempire l'impianto con un'apposita pompa di carico che permetta di eliminare l'aria presente nel circuito.

No! Tubazioni in multistrato.

No! Tubazioni in plastica.

No! Tubazioni in zincato.

Sì Rame brasato forte.

Sì Acciaio inox.



# TUBAZIONI DELL'IMPIANTO SOLARE

**LE TUBAZIONI, I RISPETTIVI RACCORDI DEVONO RESISTERE FINO A 180°C E 6 BAR.**

Le tubazioni in plastica o multistrato non possono essere utilizzate per i seguenti motivi:

- non resistono alle alte temperature
- non resistono alle pressioni del circuito solare
- non sono resistenti ai raggi UV e cristallizzano col sole.

Le tubazioni in acciaio zincato non sono adatte a questo tipo di applicazioni dal momento che lo zinco reagisce col glicole rendendo il fluido termovettore acido.

**VANNO BENE LE TUBAZIONI IN RAME, ACCIAIO INOX E ACCIAIO NERO !**

## DIMENSIONAMENTO DEI TUBI LISCI IN RAME

		<b>PORTATA COMPLESSIVA: 30 l/h mq</b>			<b>PORTATA COMPLESSIVA: 15 l/h mq (LOW FLOW)</b>		
<b>Numero collettori</b>	<b>Numero collettori per serie</b>	Diametro esterno per spessore in mm per tubo liscio in rame	Portata totale l/h	Perdita di carico distribuita nei tubi per metro Pa/m (*)	Diametro esterno per spessore in mm per tubo liscio in rame	Portata totale l/h	Perdita di carico distribuita nei tubi per metro Pa/m (*)
5	5	22 x 1	390	80	18 x 1	195	70
10	5	28 x 1	780	75	22 x 1	390	90
20	5	35 x 1,5	1560	100	28 x 1	780	80
30	5	42 x 1,5	2340	90	35 x 1,5	1170	60
50	5	54 x 2	3900	65	42 x 1,5	1950	60

**Il dimensionamento dei tubi va sempre verificato per mezzo delle curve relative alle perdite di carico delle tubazioni stesse !**

# TUBAZIONI DELL'IMPIANTO SOLARE

## TUBAZIONI E PERDITE DI CARICO NEL CIRCUITO SOLARE

Per il dimensionamento della tubazioni in rame è necessario conoscere la portata del circuito solare. La portata consigliata per  $\text{m}^2$  di collettore deve essere fornita dal costruttore dei pannelli. Solitamente si considera una portata di

30 l/h per  $\text{m}^2$  di collettore

A partire dalla portata è possibile scegliere il diametro della tubazione: **si consigliano diametri che consentano di avere una perdita di carico non superiore ai 100 Pa/m.**

La perdita di carico nelle tubazioni deve poi essere sommata alle altre perdite di carico del circuito:

- perdita di carico nei pannelli solari (dato contenuto nel libretto del collettore)
- perdita di carico nello scambiatore del solare (serpentino o scambiatore a piastre)
- perdita di carico nel gruppo idraulico
- eventuali altre perdite di carico (regolatori di portata, curve,...).

**LA SOMMA DELLE PERDITE DI CARICO DEVE ESSERE INFERIORE ALLA PREVALENZA DEL CIRCOLATORE !**

- Sì** Isolamento in lana di roccia protetta con nastro in alluminio
- Sì** Isolamento tipo armaflex H.T.



**No!** Isolamento standard in caucciù



# ISOLAMENTO DEL CIRCUITO

---

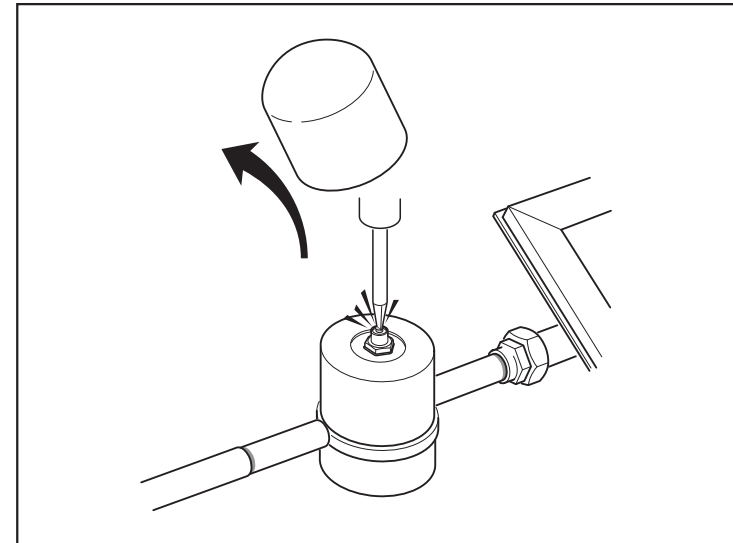
## REQUISITI CHE DEVE AVERE L'ISOLAMENTO DELLE TUBAZIONI SOLARI

- L'isolamento delle tubazioni deve resistere ad alte temperature 180°C.
- L'isolamento delle tubazioni deve resistere e ai raggi u.v. e alle intemperie nei tratti esposti.
- L'isolamento deve essere protetto nei tratti esposti.

**SPESSORE COIBENTAZIONE: pari al diametro del tubo.**

## I PUNTI DI SFIATO DEVONO ESSERE MANUALI

Il degasatore va saldato sulla tubazione di mandata del circuito solare, nel punto più alto dell'impianto.



**No! Sfiato automatico in alto tipo Jolly**

## DEGASATORE MANUALE

Il degasatore manuale è necessario per eliminare l'aria che si forma nel circuito solare al momento del riempimento.

**È obbligatorio uno sfiato di tipo manuale in quanto questa operazione deve essere fatta SOLO nella fase di prima accensione dell'impianto.**

Non devono essere utilizzati sfiati automatici per i seguenti motivi:

- Quando il sistema va in stagnazione e il fluido termovettore passa dallo stato liquido a quello di vapore, il circuito deve rimanere chiuso e non deve in alcun modo intervenire uno sfiato automatico per non perdere fluido termovettore.
- La maggior parte degli sfiati automatici non resistono alle temperature di stagnazione.

- **Il degasatore manuale deve essere installato nel punto più alto e più caldo dell'impianto.**
- **È necessario installare un degasatore per ogni fila di pannelli.**

## PRESSIONE

**Caricare il circuito primario a 3 bar a freddo** per spostare il punto di evaporazione alla temperatura di 155°C a 5 bar.

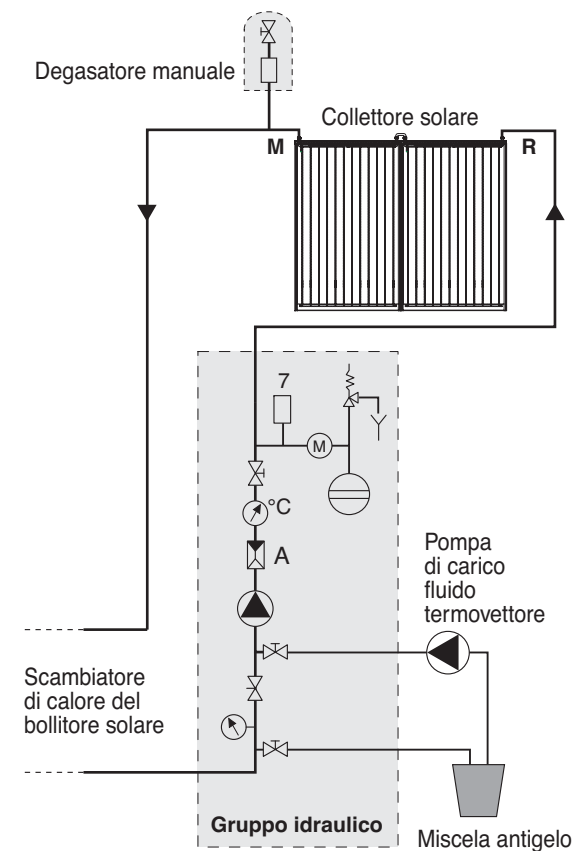
## FLUIDO TERMOVETTORE

Premiscelare acqua distillata e glicole propilenico al 40% per tenuta fino a -21°C con densità di 1,037 kg/dm<sup>3</sup>.

**MISCELARE SEMPRE ACQUA E GLICOLE PRIMA DI RIEMPIRE !**

## VASO DI ESPANSIONE

Precaricare il vaso di espansione ad una pressione di 0,5 bar inferiore rispetto alla pressione del circuito solare. **Caricare cioè a 2,5 bar.**



# RIEMPIMENTO DELL'IMPIANTO

## RIEMPIMENTO DELL'IMPIANTO

Prima del riempimento, glicole e acqua devono essere premiscelati nelle proporzioni consigliate (60% acqua - 40% glicole) in un apposito contenitore.

Il riempimento deve avvenire con una pompa di carico impianto che permette di eseguire l'operazione rapidamente ed evita che resti aria all'interno del circuito.

**Una volta che il circuito è stato riempito e messo in pressione, non deve più essere toccato !**

**NO! Reintegro automatico**

Il circuito solare primario deve essere separato da ogni altro circuito e in nessun modo deve esserci un collegamento di ricarica automatica di fluido termovettore.

## MANUTENZIONE ANNUALE DELL'IMPIANTO

- 1) **CONTROLLO DELLA DENSITÀ DEL FLUIDO TERMOVETTORE**  
**LA DENSITÀ DEL LIQUIDO TERMOVETTORE DEV'ESSERE COMPRESA TRA 1,029 E 1,045 kg/dm<sup>3</sup>.**  

Controllare tramite densimetro o rifrattometro la densità del liquido termovettore: una miscela troppo densa provoca problemi di residui solidi ad alte temperature e impedisce una corretta circolazione del liquido. Una miscela poco densa espone ad eventuali problemi di gelo.
- 2) **CONTROLLO DELL'ACIDITÀ DEL FLUIDO TERMOVETTORE**  
**IL VALORE DEL pH DEL LIQUIDO TERMOVETTORE DEVE ESSERE COMPRESO TRA 7 E 8.**  

Controllare che la pressione del circuito sia posta a 3 bar a freddo. Una pressione bassa porta a inferiori temperature di evaporazione dei collettori in fase di stagnazione. È necessario invece spostare il punto di evaporazione a temperature elevate. Con una pressione a freddo di 3 bar, una densità del liquido pari 1,037 il punto di evaporazione si raggiunge a 154° a 5 bar.
- 3) **CONTROLLO DELLA PRESSIONE DEL CIRCUITO SOLARE**  
**LA PRESSIONE INIZIALE DEL CIRCUITO SOLARE È A 3 bar**  

Controllare che la pressione del circuito sia posta a 3 bar a freddo. Una pressione bassa porta a inferiori temperature di evaporazione dei collettori in fase di stagnazione. È necessario invece spostare il punto di evaporazione a temperature elevate. Con una pressione a freddo di 3 bar, una densità del liquido pari 1,037 il punto di evaporazione si raggiunge a 154° a 5 bar.
- 4) **CONTROLLO DELLA PRESSIONE DEI VASI DI ESPANSIONE**  
**LA PRESSIONE INIZIALE DEL VASO DI ESPANSIONE È 2,5 bar.**





Via Mussa, 20 Z.I. - 35017 Piombino Dese (PD) - Italia - Tel. 049.9323911 - Fax 049.9323972  
[www.thermital.com](http://www.thermital.com) - email: [info@thermital.it](mailto:info@thermital.it)